

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/001356

International filing date: 31 January 2005 (31.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-025871
Filing date: 02 February 2004 (02.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 31 March 2005 (31.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

02. 2. 2005

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 2 月 2 日
Date of Application:

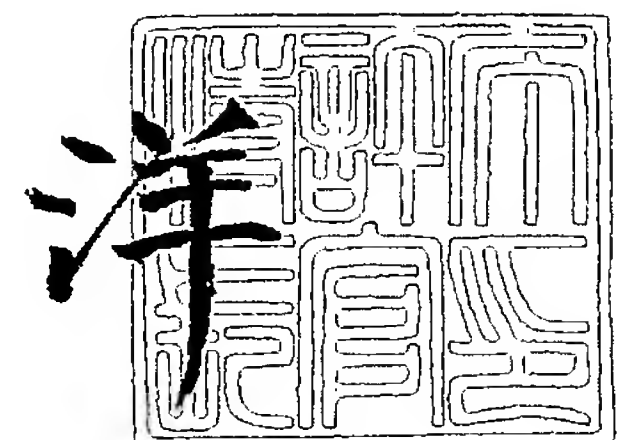
出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 2 5 8 7 1
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 4 - 0 2 5 8 7 1]

出 願 人 浜松ホトニクス株式会社
Applicant(s):

2 0 0 5 年 3 月 1 7 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 2003-0673
【提出日】 平成16年 2月 2日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 27/04
【発明者】
 【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社
 内
 【氏名】 杉山 行信
【発明者】
 【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社
 内
 【氏名】 水野 誠一郎
【特許出願人】
 【識別番号】 000236436
 【氏名又は名称】 浜松ホトニクス株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100088155
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 長谷川 芳樹
【選任した代理人】
 【識別番号】 100092657
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 寺崎 史朗
【選任した代理人】
 【識別番号】 100124291
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 石田 悟
【選任した代理人】
 【識別番号】 100110582
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 柴田 昌聰
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 014708
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

複数の画素がM行N列に2次元配列され、第m行第n列の画素の位置にフォトダイオード $PD_{A,m,n}$ およびフォトダイオード $PD_{B,m,n}$ を有し、第m行にあるN個のフォトダイオード $PD_{A,m,1} \sim PD_{A,m,N}$ が配線 $L_{A,m}$ により電氣的に接続され、第n列にあるM個のフォトダイオード $PD_{B,1,n} \sim PD_{B,M,n}$ が配線 $L_{B,n}$ により電氣的に接続されている光検出部と、

M個の読出回路 $R_{A,1} \sim R_{A,M}$ およびN個の読出回路 $R_{B,1} \sim R_{B,N}$ を含み、各配線 $L_{A,m}$ に接続されるフォトダイオード $PD_{A,m,n}$ で発生した電荷を読出回路 $R_{A,m}$ 内に転送して保持し、各読出回路 $R_{A,m}$ に保持した電荷の量に応じた電圧値を出力し、各配線 $L_{B,n}$ に接続されるフォトダイオード $PD_{B,m,n}$ で発生した電荷を読出回路 $R_{B,n}$ 内に転送して保持し、各読出回路 $R_{B,n}$ に保持した電荷の量に応じた電圧値を出力する信号処理部と、

を備えることを特徴とする光検出装置（ただし、M、Nは2以上の整数、mは1以上M以下の任意の整数、nは1以上N以下の任意の整数）。

【請求項 2】

各読出回路 $R_{A,m}$ および各読出回路 $R_{B,n}$ それぞれは、電荷を保持する容量部と、前記容量部に保持されている電荷の量に応じた電圧値を出力する増幅手段と、フォトダイオードで発生した電荷を前記容量部へ転送する転送手段と、前記容量部の電荷を放電する放電手段と、を有することを特徴とする請求項1記載の光検出装置。

【請求項 3】

フォトダイオード $PD_{A,m,n}$ およびフォトダイオード $PD_{B,m,n}$ それぞれは、第1導電型の第1半導体領域上に第2導電型の第2半導体領域を有し、この第2半導体領域上に第1導電型の第3半導体領域を有し、前記第1半導体領域と前記第2半導体領域とがp-n接合を形成しており、前記第2半導体領域と前記第3半導体領域とがp-n接合を形成している、ことを特徴とする請求項1記載の光検出装置。

【請求項 4】

前記信号処理部は、

M個の保持回路 $H_{A,1,1} \sim H_{A,M,1}$ 、M個の保持回路 $H_{A,1,2} \sim H_{A,M,2}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,1} \sim H_{B,N,1}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,2} \sim H_{B,N,2}$ 、第1減算回路および第2減算回路を更に含み、

各読出回路 $R_{A,m}$ から出力される電圧値を保持回路 $H_{A,m,1}$ および保持回路 $H_{A,m,2}$ の何れかに保持し、

各読出回路 $R_{B,n}$ から出力される電圧値を保持回路 $H_{B,n,1}$ および保持回路 $H_{B,n,2}$ の何れかに保持し、

保持回路 $H_{A,m,1}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,1}$ と、保持回路 $H_{A,m,2}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,2}$ とを前記第1減算回路に入力して、これらの差 ($V_{A,m,1} - V_{A,m,2}$) を表す電圧値を前記第1減算回路から出力し、

保持回路 $H_{B,n,1}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,1}$ と、保持回路 $H_{B,n,2}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,2}$ とを前記第2減算回路に入力して、これらの差 ($V_{B,n,1} - V_{B,n,2}$) を表す電圧値を前記第2減算回路から出力する、

ことを特徴とする請求項1記載の光検出装置。

【請求項 5】

前記信号処理部は、

M個の保持回路 $H_{A,1,1} \sim H_{A,M,1}$ 、M個の保持回路 $H_{A,1,2} \sim H_{A,M,2}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,1} \sim H_{B,N,1}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,2} \sim H_{B,N,2}$ および減算回路を更に含み、

各読出回路 $R_{A,m}$ から出力される電圧値を保持回路 $H_{A,m,1}$ および保持回路 $H_{A,m,2}$ の何れかに保持し、

各読出回路 $R_{B,n}$ から出力される電圧値を保持回路 $H_{B,n,1}$ および保持回路 $H_{B,n,2}$ の何れかに保持し、

, 2 の何れかに保持し、

保持回路 $H_{A,m,1}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,1}$ と、保持回路 $H_{A,m,2}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,2}$ とを前記減算回路に入力して、これらの差 ($V_{A,m,1} - V_{A,m,2}$) を表す電圧値を前記減算回路から出力するとともに、

保持回路 $H_{B,n,1}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,1}$ と、保持回路 $H_{B,n,2}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,2}$ とを前記減算回路に入力して、これらの差 ($V_{B,n,1} - V_{B,n,2}$) を表す電圧値を前記減算回路から出力する、

ことを特徴とする請求項 1 記載の光検出装置。

【請求項 6】

前記信号処理部は、

M 個の保持回路 $H_{A,1,1} \sim H_{A,M,1}$, M 個の保持回路 $H_{A,1,2} \sim H_{A,M,2}$, M 個の保持回路 $H_{A,1,3} \sim H_{A,M,3}$, M 個の保持回路 $H_{A,1,4} \sim H_{A,M,4}$, N 個の保持回路 $H_{B,1,1} \sim H_{B,N,1}$, N 個の保持回路 $H_{B,1,2} \sim H_{B,N,2}$, N 個の保持回路 $H_{B,1,3} \sim H_{B,N,3}$, N 個の保持回路 $H_{B,1,4} \sim H_{B,N,4}$, 第 1 加減算回路および第 2 加減算回路を更に含み、

各読出回路 $R_{A,m}$ から出力される電圧値を保持回路 $H_{A,m,1}$, 保持回路 $H_{A,m,2}$, 保持回路 $H_{A,m,3}$ および保持回路 $H_{A,m,4}$ の何れかに保持し、

各読出回路 $R_{B,n}$ から出力される電圧値を保持回路 $H_{B,n,1}$, 保持回路 $H_{B,n,2}$, 保持回路 $H_{B,n,3}$ および保持回路 $H_{B,n,4}$ の何れかに保持し、

保持回路 $H_{A,m,1}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,1}$ と、保持回路 $H_{A,m,2}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,2}$ と、保持回路 $H_{A,m,3}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,3}$ と、保持回路 $H_{A,m,4}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,4}$ とを前記第 1 加減算回路に入力して、これらの加減算値 ($(V_{A,m,3} - V_{A,m,4}) - (V_{A,m,1} - V_{A,m,2})$) を表す電圧値を前記第 1 加減算回路から出力し、

保持回路 $H_{B,n,1}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,1}$ と、保持回路 $H_{B,n,2}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,2}$ と、保持回路 $H_{B,n,3}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,3}$ と、保持回路 $H_{B,n,4}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,4}$ とを前記第 2 加減算回路に入力して、これらの加減算値 ($(V_{B,n,3} - V_{B,n,4}) - (V_{B,n,1} - V_{B,n,2})$) を表す電圧値を前記第 2 加減算回路から出力する、

ことを特徴とする請求項 1 記載の光検出装置。

【請求項 7】

前記信号処理部は、

M 個の保持回路 $H_{A,1,1} \sim H_{A,M,1}$, M 個の保持回路 $H_{A,1,2} \sim H_{A,M,2}$, M 個の保持回路 $H_{A,1,3} \sim H_{A,M,3}$, M 個の保持回路 $H_{A,1,4} \sim H_{A,M,4}$, N 個の保持回路 $H_{B,1,1} \sim H_{B,N,1}$, N 個の保持回路 $H_{B,1,2} \sim H_{B,N,2}$, N 個の保持回路 $H_{B,1,3} \sim H_{B,N,3}$, N 個の保持回路 $H_{B,1,4} \sim H_{B,N,4}$ および加減算回路を更に含み、

各読出回路 $R_{A,m}$ から出力される電圧値を保持回路 $H_{A,m,1}$, 保持回路 $H_{A,m,2}$, 保持回路 $H_{A,m,3}$ および保持回路 $H_{A,m,4}$ の何れかに保持し、

各読出回路 $R_{B,n}$ から出力される電圧値を保持回路 $H_{B,n,1}$, 保持回路 $H_{B,n,2}$, 保持回路 $H_{B,n,3}$ および保持回路 $H_{B,n,4}$ の何れかに保持し、

保持回路 $H_{A,m,1}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,1}$ と、保持回路 $H_{A,m,2}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,2}$ と、保持回路 $H_{A,m,3}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,3}$ と、保持回路 $H_{A,m,4}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,4}$ とを前記加減算回路に入力して、これらの加減算値 ($(V_{A,m,3} - V_{A,m,4}) - (V_{A,m,1} - V_{A,m,2})$) を表す電圧値を前記加減算回路から出力するとともに、

保持回路 $H_{B,n,1}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,1}$ と、保持回路 $H_{B,n,2}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,2}$ と、保持回路 $H_{B,n,3}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,3}$ と、保持回路 $H_{B,n,4}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,4}$ とを前記加減算回路に入力して、これらの加減算値 ($(V_{B,n,3} - V_{B,n,4}) - (V_{B,n,1} - V_{B,n,2})$) を表す電圧値を

前記加減算回路から出力する、
ことを特徴とする請求項 1 記載の光検出装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光検出装置

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、光検出部の面上の 2 方向それぞれの入射光強度分布を検出することができる光検出装置に関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

光検出面上の 2 方向それぞれの入射光強度分布を検出することができる光検出装置として、特許文献 1 に開示されたものが知られている。この光検出装置は、基板上の光検出面上に複数の画素が 2 次元配列されており、各々入射光強度に応じた電流値を出力する第 1 光感応部分および第 2 光感応部分を隣接して配設することで各画素が構成されている。2 次元配列における各行において、その行にある複数の画素それぞれに含まれる第 1 光感応部分が共通の配線により電氣的に接続されており、この配線を経て出力される電流値により、光検出面上の入射光強度の二次元分布が行方向に積算されたもの（すなわち、列方向の入射光強度分布）が得られる。また、2 次元配列における各列において、その列にある複数の画素それぞれに含まれる第 2 光感応部分が共通の配線により電氣的に接続されており、この配線を経て出力される電流値により、光検出面上の入射光強度の二次元分布が列方向に積算されたもの（すなわち、行方向の入射光強度分布）が得られる。このようにして、光検出面上の行方向および列方向それぞれの入射光強度分布が得られる。

【特許文献 1】 国際公開 0 3 / 0 4 9 1 9 0 号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 3】

しかしながら、上記特許文献 1 に開示された光検出装置は、光検出面上の行方向および列方向それぞれの入射光強度分布を得ることができるものの、以下のような問題点を有している。すなわち、この光検出装置は、光検出面上の行方向の入射光強度分布を得るに際して、各列にある複数の画素それぞれに含まれる第 2 光感応部分を接続する配線から出力される電流値を時系列に読み出していることから、入射光強度分布（ピーク強度やピーク位置など）が時間的に変化する場合には、同一タイミングで行方向の入射光強度分布を得ることができない。光検出面上の列方向の入射光強度分布を得るに際しても同様である。

【0 0 0 4】

本発明は、上記問題点を解消する為になされたものであり、入射光強度分布が時間的に変化する場合であっても同一タイミングで入射光強度分布を得ることができる光検出装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 5】

本発明に係る光検出装置は、(1) 複数の画素が M 行 N 列に 2 次元配列され、第 m 行第 n 列の画素の位置にフォトダイオード $PDA_{m,n}$ およびフォトダイオード $PDB_{m,n}$ を有し、第 m 行にある N 個のフォトダイオード $PDA_{m,1} \sim PDA_{m,N}$ が配線 LA_m により電氣的に接続され、第 n 列にある M 個のフォトダイオード $PDB_{1,n} \sim PDB_{M,n}$ が配線 LB_n により電氣的に接続されている光検出部と、(2) M 個の読出回路 $RA_1 \sim RA_M$ および N 個の読出回路 $RB_1 \sim RB_N$ を含み、各配線 LA_m に接続されるフォトダイオード $PDA_{m,n}$ で発生した電荷を読出回路 RA_m 内に転送して保持し、各読出回路 RA_m に保持した電荷の量に応じた電圧値を出力し、各配線 LB_n に接続されるフォトダイオード $PDB_{m,n}$ で発生した電荷を読出回路 RB_n 内に転送して保持し、各読出回路 RB_n に保持した電荷の量に応じた電圧値を出力する信号処理部と、を備えることを特徴とする。ただし、M、N は 2 以上の整数であり、m は 1 以上 M 以下の任意の整数であり、n は 1 以上 N 以下の任意の整数である。

【0 0 0 6】

この光検出装置の光検出部では、複数の画素がM行N列に2次元配列され、第m行第n列の画素の位置にフォトダイオード $PD_{A,m,n}$ およびフォトダイオード $PD_{B,m,n}$ を有している。この光検出部に光が入射すると、その光入射位置にある画素にあるフォトダイオード $PD_{A,m,n}$ 、 $PD_{B,m,n}$ で電荷が発生する。フォトダイオード $PD_{A,m,n}$ で発生した電荷は、配線 $L_{A,m}$ を経て、読出回路 $R_{A,m}$ に転送されて保持され、この読出回路 $R_{A,m}$ に保持された電荷の量に応じた電圧値 $V_{A,m}$ が出力される。また、フォトダイオード $PD_{B,m,n}$ で発生した電荷は、配線 $L_{B,n}$ を経て、読出回路 $R_{B,n}$ に転送されて保持され、この読出回路 $R_{B,n}$ に保持された電荷の量に応じた電圧値 $V_{B,n}$ が出力される。この光検出装置の信号処理部では、M行N列に2次元配列された複数の画素のうち第m行に対応して読出回路 $R_{A,m}$ が設けられていて、これらM個の読出回路 $R_{A,1} \sim R_{A,M}$ は同一タイミングで動作し得る。また、第n列に対応して読出回路 $R_{B,n}$ が設けられていて、これらN個の読出回路 $R_{B,1} \sim R_{B,N}$ は同一タイミングで動作し得る。したがって、この光検出装置は、入射光強度分布が時間的に変化する場合であっても同一タイミングで入射光強度分布を得ることができる。

【0007】

各読出回路 $R_{A,m}$ および各読出回路 $R_{B,n}$ それぞれは、電荷を保持する容量部と、容量部に保持されている電荷の量に応じた電圧値を出力する増幅手段と、フォトダイオードで発生した電荷を容量部へ転送する転送手段と、容量部の電荷を放電する放電手段と、を有するのが好適である。この場合には、各読出回路 $R_{A,m}$ および各読出回路 $R_{B,n}$ それぞれにおいて、フォトダイオードで発生した電荷は、配線を経た、転送手段により容量部に転送され、この容量部に保持される。そして、この容量部に保持されている電荷の量に応じた電圧値が増幅手段により出力される。また、この容量部の電荷は放電手段により放電される。なお、容量部は、意図的に容量素子として作られたものであってもよいし、増幅手段、転送手段および放電手段それぞれがトランジスタで構成される場合には、該トランジスタのゲート容量、ドレイン容量またはソース容量であってもよいし、配線容量であってもよく、さらに、これらを組み合わせたものであってもよい。

【0008】

フォトダイオード $PD_{A,m,n}$ およびフォトダイオード $PD_{B,m,n}$ それぞれは、第1導電型の第1半導体領域上に第2導電型の第2半導体領域を有し、この第2半導体領域上に第1導電型の第3半導体領域を有し、第1半導体領域と第2半導体領域とがpn接合を形成しており、第2半導体領域と第3半導体領域とがpn接合を形成しているのが好適である。このようにフォトダイオードが埋込型のものである場合には、リーク電流の発生が抑制され、光検出のS/N比が優れる。

【0009】

信号処理部は、(1) M個の保持回路 $H_{A,1,1} \sim H_{A,M,1}$ 、M個の保持回路 $H_{A,1,2} \sim H_{A,M,2}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,1} \sim H_{B,N,1}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,2} \sim H_{B,N,2}$ 、第1減算回路および第2減算回路を更に含み、(2) 各読出回路 $R_{A,m}$ から出力される電圧値を保持回路 $H_{A,m,1}$ および保持回路 $H_{A,m,2}$ の何れかに保持し、(3) 各読出回路 $R_{B,n}$ から出力される電圧値を保持回路 $H_{B,n,1}$ および保持回路 $H_{B,n,2}$ の何れかに保持し、(4) 保持回路 $H_{A,m,1}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,1}$ と、保持回路 $H_{A,m,2}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,2}$ とを第1減算回路に入力して、これらの差($V_{A,m,1} - V_{A,m,2}$)を表す電圧値を第1減算回路から出力し、(5) 保持回路 $H_{B,n,1}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,1}$ と、保持回路 $H_{B,n,2}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,2}$ とを第2減算回路に入力して、これらの差($V_{B,n,1} - V_{B,n,2}$)を表す電圧値を第2減算回路から出力するのが好適である。

【0010】

この場合には、信号処理部は第1信号処理部と第2信号処理部とに区分される。すなわち、一方の第1信号処理部は、M個の読出回路 $R_{A,1} \sim R_{A,M}$ 、M個の保持回路 $H_{A,1,1} \sim H_{A,M,1}$ 、M個の保持回路 $H_{A,1,2} \sim H_{A,M,2}$ および第1減算回路を含む。他方の第2信号処理部は、N個の読出回路 $R_{B,1} \sim R_{B,N}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,1}$ 、

$1 \sim H_{B,N,1}$, N 個の保持回路 $H_{B,1,2} \sim H_{B,N,2}$ および第2減算回路を含む。そして、第1信号処理部では、各読出回路 $R_{A,m}$ から出力される電圧値が保持回路 $H_{A,m,1}$ および保持回路 $H_{A,m,2}$ の何れかに保持されて、保持回路 $H_{A,m,1}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,1}$ と、保持回路 $H_{A,m,2}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,2}$ とが第1減算回路に入力して、これらの差 ($V_{A,m,1} - V_{A,m,2}$) を表す電圧値が第1減算回路から出力される。第2信号処理部では、各読出回路 $R_{B,n}$ から出力される電圧値が保持回路 $H_{B,n,1}$ および保持回路 $H_{B,n,2}$ の何れかに保持されて、保持回路 $H_{B,n,1}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,1}$ と、保持回路 $H_{B,n,2}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,2}$ とが第2減算回路に入力して、これらの差 ($V_{B,n,1} - V_{B,n,2}$) を表す電圧値が第2減算回路から出力される。このように構成されることで、第1信号処理部と第2信号処理部とは並列的に動作することができる。

【0011】

信号処理部は、(1) M 個の保持回路 $H_{A,1,1} \sim H_{A,M,1}$, M 個の保持回路 $H_{A,1,2} \sim H_{A,M,2}$, N 個の保持回路 $H_{B,1,1} \sim H_{B,N,1}$, N 個の保持回路 $H_{B,1,2} \sim H_{B,N,2}$ および減算回路を更に含み、(2) 各読出回路 $R_{A,m}$ から出力される電圧値を保持回路 $H_{A,m,1}$ および保持回路 $H_{A,m,2}$ の何れかに保持し、(3) 各読出回路 $R_{B,n}$ から出力される電圧値を保持回路 $H_{B,n,1}$ および保持回路 $H_{B,n,2}$ の何れかに保持し、(4) 保持回路 $H_{A,m,1}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,1}$ と、保持回路 $H_{A,m,2}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,2}$ とを減算回路に入力して、これらの差 ($V_{A,m,1} - V_{A,m,2}$) を表す電圧値を減算回路から出力するとともに、(5) 保持回路 $H_{B,n,1}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,1}$ と、保持回路 $H_{B,n,2}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,2}$ とを減算回路に入力して、これらの差 ($V_{B,n,1} - V_{B,n,2}$) を表す電圧値を減算回路から出力するのが好適である。

【0012】

この場合には、各読出回路 $R_{A,m}$ から出力される電圧値は保持回路 $H_{A,m,1}$ および保持回路 $H_{A,m,2}$ の何れかに保持され、各読出回路 $R_{B,n}$ から出力される電圧値は保持回路 $H_{B,n,1}$ および保持回路 $H_{B,n,2}$ の何れかに保持される。保持回路 $H_{A,m,1}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,1}$ と、保持回路 $H_{A,m,2}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,2}$ とが減算回路に入力して、これらの差 ($V_{A,m,1} - V_{A,m,2}$) を表す電圧値が減算回路から出力されるとともに、保持回路 $H_{B,n,1}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,1}$ と、保持回路 $H_{B,n,2}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,2}$ とが減算回路に入力して、これらの差 ($V_{B,n,1} - V_{B,n,2}$) を表す電圧値が減算回路から出力される。

【0013】

信号処理部は、(1) M 個の保持回路 $H_{A,1,1} \sim H_{A,M,1}$, M 個の保持回路 $H_{A,1,2} \sim H_{A,M,2}$, M 個の保持回路 $H_{A,1,3} \sim H_{A,M,3}$, M 個の保持回路 $H_{A,1,4} \sim H_{A,M,4}$, N 個の保持回路 $H_{B,1,1} \sim H_{B,N,1}$, N 個の保持回路 $H_{B,1,2} \sim H_{B,N,2}$, N 個の保持回路 $H_{B,1,3} \sim H_{B,N,3}$, N 個の保持回路 $H_{B,1,4} \sim H_{B,N,4}$, 第1加減算回路および第2加減算回路を更に含み、(2) 各読出回路 $R_{A,m}$ から出力される電圧値を保持回路 $H_{A,m,1}$, 保持回路 $H_{A,m,2}$, 保持回路 $H_{A,m,3}$ および保持回路 $H_{A,m,4}$ の何れかに保持し、(3) 各読出回路 $R_{B,n}$ から出力される電圧値を保持回路 $H_{B,n,1}$, 保持回路 $H_{B,n,2}$, 保持回路 $H_{B,n,3}$ および保持回路 $H_{B,n,4}$ の何れかに保持し、(4) 保持回路 $H_{A,m,1}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,1}$ と、保持回路 $H_{A,m,2}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,2}$ と、保持回路 $H_{A,m,3}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,3}$ と、保持回路 $H_{A,m,4}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,4}$ とを第1加減算回路に入力して、これらの加減算値 ($(V_{A,m,3} - V_{A,m,4}) - (V_{A,m,1} - V_{A,m,2})$) を表す電圧値を第1加減算回路から出力し、(5) 保持回路 $H_{B,n,1}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,1}$ と、保持回路 $H_{B,n,2}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,2}$ と、保持回路 $H_{B,n,3}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,3}$ と、保持回路 $H_{B,n,4}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,4}$ とを第2加減算回路に入力して、これらの加減算値 ($(V_{B,n,3} - V_{B,n,4}) - (V_{B,n,1} - V_{B,n,2})$) を表す電圧値を第2加減算回路から出力するのが好

適である。

【0014】

この場合には、信号処理部は第1信号処理部と第2信号処理部とに区分される。すなわち、一方の第1信号処理部は、M個の読出回路 $R_{A,1} \sim R_{A,M}$ 、M個の保持回路 $H_{A,1,1} \sim H_{A,M,1}$ 、M個の保持回路 $H_{A,1,2} \sim H_{A,M,2}$ 、M個の保持回路 $H_{A,1,3} \sim H_{A,M,3}$ 、M個の保持回路 $H_{A,1,4} \sim H_{A,M,4}$ および第1加減算回路を含む。他方の第2信号処理部は、N個の読出回路 $R_{B,1} \sim R_{B,N}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,1} \sim H_{B,N,1}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,2} \sim H_{B,N,2}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,3} \sim H_{B,N,3}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,4} \sim H_{B,N,4}$ および第2加減算回路を含む。そして、第1信号処理部では、各読出回路 $R_{A,m}$ から出力される電圧値が保持回路 $H_{A,m,1} \sim H_{A,m,4}$ の何れかに保持されて、保持回路 $H_{A,m,1}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,1}$ と、保持回路 $H_{A,m,2}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,2}$ と、保持回路 $H_{A,m,3}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,3}$ と、保持回路 $H_{A,m,4}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,4}$ とが第1加減算回路に入力して、これらの加減算値 $((V_{A,m,3} - V_{A,m,4}) - (V_{A,m,1} - V_{A,m,2}))$ を表す電圧値が第1加減算回路から出力される。第2信号処理部では、各読出回路 $R_{B,n}$ から出力される電圧値が保持回路 $H_{B,n,1} \sim H_{B,n,4}$ の何れかに保持されて、保持回路 $H_{B,n,1}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,1}$ と、保持回路 $H_{B,n,2}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,2}$ と、保持回路 $H_{B,n,3}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,3}$ と、保持回路 $H_{B,n,4}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,4}$ とが第2加減算回路に入力して、これらの加減算値 $((V_{B,n,3} - V_{B,n,4}) - (V_{B,n,1} - V_{B,n,2}))$ を表す電圧値が第2加減算回路から出力される。このように構成されることで、第1信号処理部と第2信号処理部とは並列的に動作することができる。

【0015】

信号処理部は、(1) M個の保持回路 $H_{A,1,1} \sim H_{A,M,1}$ 、M個の保持回路 $H_{A,1,2} \sim H_{A,M,2}$ 、M個の保持回路 $H_{A,1,3} \sim H_{A,M,3}$ 、M個の保持回路 $H_{A,1,4} \sim H_{A,M,4}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,1} \sim H_{B,N,1}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,2} \sim H_{B,N,2}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,3} \sim H_{B,N,3}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,4} \sim H_{B,N,4}$ および加減算回路を更に含み、(2) 各読出回路 $R_{A,m}$ から出力される電圧値を保持回路 $H_{A,m,1}$ 、保持回路 $H_{A,m,2}$ 、保持回路 $H_{A,m,3}$ および保持回路 $H_{A,m,4}$ の何れかに保持し、(3) 各読出回路 $R_{B,n}$ から出力される電圧値を保持回路 $H_{B,n,1}$ 、保持回路 $H_{B,n,2}$ 、保持回路 $H_{B,n,3}$ および保持回路 $H_{B,n,4}$ の何れかに保持し、(4) 保持回路 $H_{A,m,1}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,1}$ と、保持回路 $H_{A,m,2}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,2}$ と、保持回路 $H_{A,m,3}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,3}$ と、保持回路 $H_{A,m,4}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,4}$ とを加減算回路に入力して、これらの加減算値 $((V_{A,m,3} - V_{A,m,4}) - (V_{A,m,1} - V_{A,m,2}))$ を表す電圧値を加減算回路から出力するとともに、(5) 保持回路 $H_{B,n,1}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,1}$ と、保持回路 $H_{B,n,2}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,2}$ と、保持回路 $H_{B,n,3}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,3}$ と、保持回路 $H_{B,n,4}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,4}$ とを加減算回路に入力して、これらの加減算値 $((V_{B,n,3} - V_{B,n,4}) - (V_{B,n,1} - V_{B,n,2}))$ を表す電圧値を加減算回路から出力するのが好適である。

【0016】

この場合には、各読出回路 $R_{A,m}$ から出力される電圧値は保持回路 $H_{A,m,1} \sim H_{A,m,4}$ の何れかに保持され、各読出回路 $R_{B,n}$ から出力される電圧値は保持回路 $H_{B,n,1} \sim H_{B,n,4}$ の何れかに保持される。保持回路 $H_{A,m,1}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,1}$ と、保持回路 $H_{A,m,2}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,2}$ と、保持回路 $H_{A,m,3}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,3}$ と、保持回路 $H_{A,m,4}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,4}$ とが加減算回路に入力して、これらの加減算値 $((V_{A,m,3} - V_{A,m,4}) - (V_{A,m,1} - V_{A,m,2}))$ を表す電圧値が加減算回路から出力される。また、保持回路 $H_{B,n,1}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,1}$ と、保持回路 $H_{B,n,2}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,2}$ と、保持回路 $H_{B,n,3}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,3}$ と、保持回路 $H_{B,n,4}$

から出力される電圧値 $V_{B,n,4}$ とが加減算回路に入力して、これらの加減算値 $((V_{B,n,3} - V_{B,n,4}) - (V_{B,n,1} - V_{B,n,2}))$ を表す電圧値が加減算回路から出力される。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、入射光強度分布が時間的に変化する場合であっても、同一タイミングで入射光強度分布を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、添付図面を参照して、本発明を実施するための最良の形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一または同様の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0019】

(第1実施形態)

先ず、本発明に係る光検出装置の第1実施形態について説明する。図1は、第1実施形態に係る光検出装置1の概略構成図である。この図に示されるように、光検出装置1は、光検出部10、第1信号処理部21、第2信号処理部31および制御部41を備える。光検出部10は、複数の画素がM行N列に2次元配列されている。第1信号処理部21は、M本の配線 $L_{A,1} \sim L_{A,M}$ により光検出部10と電氣的に接続されており、光検出部10内のフォトダイオードから各配線 $L_{A,m}$ を経て転送される電荷を保持し、この保持した電荷の量に応じた電圧値 $V_{A,m}$ を出力する。第2信号処理部31は、N本の配線 $L_{B,1} \sim L_{B,N}$ により光検出部10と電氣的に接続されており、光検出部10内のフォトダイオードから各配線 $L_{B,n}$ を経て転送される電荷を保持し、この保持した電荷の量に応じた電圧値 $V_{B,n}$ を出力する。制御部41は、第1信号処理部21および第2信号処理部31それぞれの動作を制御する。なお、M、Nは2以上の整数であり、mは1以上M以下の任意の整数であり、nは1以上N以下の任意の整数である。

【0020】

図2は、光検出部10の構成図である。この図に示されるように、光検出部10は、 $M \times N$ 個の画素がM行N列に2次元配列されていて、第m行第n列の画素の位置にフォトダイオード $PDA_{m,n}$ およびフォトダイオード $PDB_{m,n}$ を有している。フォトダイオード $PDA_{m,n}$ およびフォトダイオード $PDB_{m,n}$ は、同一面内にて隣接して配設されており、各々のアノード端子が接地電位とされている。第m行にあるN個のフォトダイオード $PDA_{m,1} \sim PDA_{m,N}$ は、各々のカソード端子が配線 $L_{A,m}$ により電氣的に接続されている。また、第n列にあるM個のフォトダイオード $PDB_{1,n} \sim PDB_{M,n}$ は、各々のカソード端子が配線 $L_{B,n}$ により電氣的に接続されている。

【0021】

図3は、フォトダイオードの断面図である。フォトダイオード $PDA_{m,n}$ およびフォトダイオード $PDB_{m,n}$ それぞれは、この図に示されるような埋込型のものであるのが好適である。すなわち、これらのフォトダイオードは、p型の第1半導体領域101上にn⁻型の第2半導体領域102を有し、この第2半導体領域102上にp⁺型の第3半導体領域103を有し、第1半導体領域101と第2半導体領域102とがpn接合を形成しており、第2半導体領域102と第3半導体領域103とがpn接合を形成している。また、これらの半導体領域の上に絶縁層104が設けられ、第2半導体領域102が金属層105と電氣的に接続されている。なお、金属層105は配線 $L_{A,m}$ または配線 $L_{B,n}$ に相当する。このようにフォトダイオードが埋込型のものである場合には、リーク電流の発生が抑制され、光検出のS/N比が優れる。

【0022】

図4は、第1実施形態に係る光検出装置1の第1信号処理部21の構成図である。第1信号処理部21は、M個の読出回路 $RA_{1,1} \sim RA_{M,M}$ 、M個の保持回路 $HA_{1,1} \sim HA_{M,M}$ 、M個の保持回路 $HA_{1,2} \sim HA_{M,2}$ および減算回路 SA を含む。各読出回路

$R_{A,m}$ は、配線 $L_{A,m}$ と接続されていて、フォトダイオード $PDA_{m,n}$ から配線 $L_{A,m}$ を経て転送される電荷を保持し、その保持した電荷の量に応じた電圧値を出力する。

【0023】

各保持回路 $H_{A,m,1}$ は、入力端がスイッチ $SW_{1,1}$ を介して読出回路 $R_{A,m}$ の出力端と接続されており、スイッチ $SW_{1,1}$ が閉じているときに読出回路 $R_{A,m}$ から出力される電圧値を保持し、その保持した電圧値を出力する。また、各保持回路 $H_{A,m,1}$ は、出力端がスイッチ $SW_{2,1}$ を介して減算回路 S_A の第1入力端と接続されている。

【0024】

各保持回路 $H_{A,m,2}$ は、入力端がスイッチ $SW_{1,2}$ を介して読出回路 $R_{A,m}$ の出力端と接続されており、スイッチ $SW_{1,2}$ が閉じているときに読出回路 $R_{A,m}$ から出力される電圧値を保持し、その保持した電圧値を出力する。また、各保持回路 $H_{A,m,2}$ は、出力端がスイッチ $SW_{2,2}$ を介して減算回路 S_A の第2入力端と接続されている。

【0025】

スイッチ $SW_{1,1}$ は、 $Hold_{A,1}$ 信号により開閉が制御される。スイッチ $SW_{1,2}$ は、 $Hold_{A,2}$ 信号により開閉が制御される。また、スイッチ $SW_{2,1}$ およびスイッチ $SW_{2,2}$ それぞれは、 $Shift_{A,m}$ 信号により開閉が制御される。これらの信号は制御部 41 から出力される。

【0026】

減算回路 S_A は、第1入力端および第2入力端を有する。減算回路 S_A は、第1入力端に入力した電圧値 $V_{A,m,1}$ と、第2入力端に入力した電圧値 $V_{A,m,2}$ とに基づいて、これらの電圧値の差に応じた電圧値 $V_{A,m}$ ($= V_{A,m,1} - V_{A,m,2}$) を出力する。第1入力端および第2入力端それぞれは、制御部 41 から出力される $Reset_A$ 信号により開閉が制御されるスイッチにより接地電位とも接続され得る。

【0027】

図5は、第1実施形態に係る光検出装置1の第2信号処理部31の構成図である。第2信号処理部31は、N個の読出回路 $R_{B,1} \sim R_{B,N}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,1} \sim H_{B,N,1}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,2} \sim H_{B,N,2}$ および減算回路 S_B を含む。各読出回路 $R_{B,n}$ は、配線 $L_{B,n}$ と接続されていて、フォトダイオード $PDB_{m,n}$ から配線 $L_{B,n}$ を経て転送される電荷を保持し、その保持した電荷の量に応じた電圧値を出力する。

【0028】

各保持回路 $H_{B,n,1}$ は、入力端がスイッチ $SW_{1,1}$ を介して読出回路 $R_{B,n}$ の出力端と接続されており、スイッチ $SW_{1,1}$ が閉じているときに読出回路 $R_{B,n}$ から出力される電圧値を保持し、その保持した電圧値を出力する。また、各保持回路 $H_{B,n,1}$ は、出力端がスイッチ $SW_{2,1}$ を介して減算回路 S_B の第1入力端と接続されている。

【0029】

各保持回路 $H_{B,n,2}$ は、入力端がスイッチ $SW_{1,2}$ を介して読出回路 $R_{B,n}$ の出力端と接続されており、スイッチ $SW_{1,2}$ が閉じているときに読出回路 $R_{B,n}$ から出力される電圧値を保持し、その保持した電圧値を出力する。また、各保持回路 $H_{B,n,2}$ は、出力端がスイッチ $SW_{2,2}$ を介して減算回路 S_B の第2入力端と接続されている。

【0030】

スイッチ $SW_{1,1}$ は、 $Hold_{B,1}$ 信号により開閉が制御される。スイッチ $SW_{1,2}$ は、 $Hold_{B,2}$ 信号により開閉が制御される。また、スイッチ $SW_{2,1}$ およびスイッチ $SW_{2,2}$ それぞれは、 $Shift_{B,n}$ 信号により開閉が制御される。これらの信号は制御部 41 から出力される。

【0031】

減算回路 S_B は、第1入力端および第2入力端を有する。減算回路 S_B は、第1入力端に入力した電圧値 $V_{B,n,1}$ と、第2入力端に入力した電圧値 $V_{B,n,2}$ とに基づいて、これらの電圧値の差に応じた電圧値 $V_{B,n}$ ($= V_{B,n,1} - V_{B,n,2}$) を出力する。第1入力端および第2入力端それぞれは、制御部 41 から出力される $Reset_B$ 信号により開閉が制御されるスイッチにより接地電位とも接続され得る。

【0032】

図6は、読出回路 $R_{A,m}$ の回路図である。読出回路 $R_{A,m}$ および読出回路 $R_{B,n}$ は同様の回路構成を有している。各読出回路 $R_{A,m}$ は、電荷を保持する容量部Cと、容量部Cに保持されている電荷の量に応じた電圧値を出力する増幅手段としてのトランジスタ T_1 および定電流源と、フォトダイオード $PDA_{n,n}$ から配線 $L_{A,m}$ を経て電荷を容量部Cへ転送する転送手段としてのトランジスタ T_2 と、容量部Cの電荷を放電する放電手段としてのトランジスタ T_3 と、を有している。

【0033】

トランジスタ T_1 のドレイン端子はバイアス電位とされ、トランジスタ T_1 のソース端子は定電流源が接続され、また、このソース端子はスイッチ SW_{11} , SW_{12} を介して保持回路 $HA_{m,1}$, 保持回路 $HA_{m,2}$ と接続されている。容量部は、トランジスタ T_1 のゲート端子と接地電位との間に設けられている。トランジスタ T_2 のソース端子は配線 $L_{A,m}$ と接続され、トランジスタ T_2 のドレイン端子はトランジスタ T_1 のゲート端子と接続され、トランジスタ T_2 のゲート端子には $Trans$ 信号が入力する。トランジスタ T_3 のソース端子はトランジスタ T_1 のゲート端子と接続され、トランジスタ T_3 のドレイン端子はリセット電位とされ、トランジスタ T_3 のゲート端子には $Reset$ 信号が入力する。 $Reset$ 信号および $Trans$ 信号それぞれは、制御部41から出力される。

【0034】

トランジスタ T_2 は、そのゲート端子に入力する $Trans$ 信号がハイレベルであるときに、フォトダイオード $PDA_{n,n}$ から配線 $L_{A,m}$ を経て電荷を容量部Cへ転送する。トランジスタ T_3 は、そのゲート端子に入力する $Reset$ 信号がハイレベルであるときに、容量部Cの電荷を放電する。なお、容量部Cは、意図的に容量素子として作られたものであってもよいし、トランジスタ T_1 のゲート容量、トランジスタ T_2 のドレイン容量、トランジスタ T_3 のソース容量、または、配線容量であってもよく、さらに、これらを組み合わせたものであってもよい。

【0035】

図7は、保持回路 $HA_{m,1}$ の回路図である。保持回路 $HA_{m,1}$, 保持回路 $HA_{m,2}$, 保持回路 $HB_{n,1}$ および保持回路 $HB_{n,2}$ は、同様の回路構成を有している。各保持回路 $HA_{m,1}$ は、入力端および出力と接地電位との間に設けられた容量素子Cを有している。各保持回路 $HA_{m,1}$ は、読出回路 $R_{A,m}$ から入力した電圧値に応じた量の電荷を容量素子Cに保持して保持し、その電荷量に応じた電圧値を減算回路 SA へ出力する。

【0036】

図8は、減算回路 SA の回路図である。減算回路 SA および減算回路 SB は同様の回路構成を有している。減算回路 SA は、2個の電圧フォロワ回路 F_1 および F_2 , 4個の抵抗器 $R_1 \sim R_4$ 、ならびに、増幅器を有している。

【0037】

2つの電圧フォロワ回路 F_1 , F_2 それぞれは、共通の構成を有しており、増幅器の反転入力端子と出力端子とが互いに直接に接続されており、高入力インピーダンスおよび低出力インピーダンスを有し、理想的には増幅率1の増幅回路である。一方の電圧フォロワ回路 F_1 は、M個の保持回路 $HA_{1,2} \sim HA_{M,2}$ それぞれから順次に出される電圧値 $V_{A,m,2}$ を非反転入力端子に入力する。他方の電圧フォロワ回路 F_2 は、M個の保持回路 $HA_{1,1} \sim HA_{M,1}$ それぞれから順次に出される電圧値 $V_{A,m,1}$ を非反転入力端子に入力する。

【0038】

増幅器の反転入力端子は、抵抗器 R_1 を介して電圧フォロワ回路 F_1 の出力端子と接続され、抵抗器 R_3 を介して自己の出力端子と接続されている。増幅器の非反転入力端子は、抵抗器 R_2 を介して電圧フォロワ回路 F_2 の出力端子と接続され、抵抗器 R_4 を介して接地電位と接続されている。電圧フォロワ回路 F_1 , F_2 それぞれの増幅率を1として、

4 個の抵抗器 $R_1 \sim R_4$ それぞれの抵抗値が互いに等しいとすると、減算回路 S_A の出力端子から出力される電圧値 $V_{A,m}$ は、「 $V_{A,m} = V_{A,m,1} - V_{A,m,1}$ 」なる式で表される。

【0039】

次に、第1実施形態に係る光検出装置1の動作例について説明する。ここでは第1信号処理部21の動作について説明するが、第2信号処理部31の動作も同様である。図9は、第1実施形態に係る光検出装置1の第1信号処理部21の動作を説明するタイミングチャートである。

【0040】

この図には、上から順に、各読出回路 $R_{A,m}$ のトランジスタ T_3 のゲート端子に入力する $Reset$ 信号、各読出回路 $R_{A,m}$ のトランジスタ T_2 のゲート端子に入力する $Trans$ 信号、各読出回路 $R_{A,m}$ と保持回路 $H_{A,m,1}$ との間に設けられたスイッチ SW_{11} の開閉を制御する $Hold_{A,1}$ 信号、各読出回路 $R_{A,m}$ と保持回路 $H_{A,m,2}$ との間に設けられたスイッチ SW_{12} の開閉を制御する $Hold_{A,2}$ 信号、減算回路 S_A の第1入力端および第2入力端と接地電位との間に設けられたスイッチの開閉を制御する $Reset_A$ 信号、保持回路 $H_{A,1,1}$ および保持回路 $H_{A,1,2}$ と減算回路 S_A との間に設けられたスイッチ SW_{21} 、 SW_{22} の開閉を制御する $Shift_{A,1}$ 信号、保持回路 $H_{A,2,1}$ および保持回路 $H_{A,2,2}$ と減算回路 S_A との間に設けられたスイッチ SW_{21} 、 SW_{22} の開閉を制御する $Shift_{A,2}$ 信号、保持回路 $H_{A,M,1}$ および保持回路 $H_{A,M,2}$ と減算回路 S_A との間に設けられたスイッチ SW_{21} 、 SW_{22} の開閉を制御する $Shift_{A,M}$ 信号、ならびに、減算回路 S_A から出力される電圧値 $V_{A,m}$ 、それぞれの波形が示されている。

【0041】

時刻 t_0 前には、 $Reset$ 信号はハイレベルであり、 $Trans$ 信号はローレベルであり、 $Hold_{A,1}$ 信号はローレベルであり、 $Hold_{A,2}$ 信号はローレベルであり、 $Reset_A$ 信号はローレベルであり、各 $Shift_{A,m}$ 信号はローレベルである。 $Reset$ 信号は、時刻 t_0 にローレベルに転じ、時刻 t_0 より後の時刻 t_2 にハイレベルに戻る。 $Trans$ 信号は、時刻 t_0 より後であって時刻 t_2 より前の時刻 t_1 にハイレベルに転じ、時刻 t_2 より後の時刻 t_3 にローレベルに戻る。

【0042】

時刻 t_0 前に $Reset$ 信号がハイレベルであって、時刻 t_0 前から時刻 t_1 までの期間は $Trans$ 信号がローレベルであるので、この期間では、各読出回路 $R_{A,m}$ の容量部 C の電荷が放電されて初期状態とされており、その初期状態にある電圧値（暗信号成分）が各読出回路 $R_{A,m}$ から出力される。時刻 t_0 と時刻 t_1 との間の或る一定期間に、 $Hold_{A,1}$ 信号がハイレベルとなって、スイッチ SW_{11} が閉じ、そのときの各読出回路 $R_{A,m}$ の出力電圧値（暗信号成分） $V_{A,m,1}$ が保持回路 $H_{A,m,1}$ に保持される。

【0043】

時刻 t_1 から時刻 t_2 までの期間は、 $Reset$ 信号がローレベルであって、 $Trans$ 信号がハイレベルであるので、フォトダイオードで発生した電荷が配線 $L_{A,m}$ を経て読出回路 $R_{A,m}$ の容量部 C に転送されて保持され、その電荷量に応じた電圧値（明信号成分）が各読出回路 $R_{A,m}$ から出力される。時刻 t_1 と時刻 t_2 との間の或る一定期間に、 $Hold_{A,2}$ 信号がハイレベルとなって、スイッチ SW_{12} が閉じ、そのときの各読出回路 $R_{A,m}$ の出力電圧値（明信号成分） $V_{A,m,2}$ が保持回路 $H_{A,m,2}$ に保持される。

【0044】

時刻 t_2 から時刻 t_3 までの期間は、 $Reset$ 信号がハイレベルであって、 $Trans$ 信号がハイレベルであるので、この期間では、各読出回路 $R_{A,m}$ の容量部 C の電荷が放電されて初期状態とされる。また、 $Trans$ 信号もハイレベルであるので、フォトダイオード $PDA_{m,1} \sim PDA_{m,N}$ に転送残りの電荷がある場合、その電荷も放電され

て初期状態とされる。時刻 t_3 からフォトダイオード $PDA_{m,1} \sim PDA_{m,N}$ に電荷蓄積が開始される。

【0045】

時刻 t_3 から時刻 t_{10} までの期間は、Reset 信号がハイレベルであって、Trans 信号がローレベルであり、Hold_{A,1} 信号および Hold_{A,2} 信号の双方がローレベルのままであるので、保持回路 $HA_{m,1}$ および保持回路 $HA_{m,2}$ それぞれに保持される電圧値は、そのまま保持され続ける。この期間において、Reset_A 信号は、一定期間だけハイレベルになることを M 回繰り返す。そして、Reset_A 信号が第 m 回のハイレベルの後のローレベルとなっている期間に、Shift_{A,m} 信号が一定期間だけハイレベルとなる。

【0046】

この Shift_{A,m} 信号が一定期間だけハイレベルとなることにより、保持回路 $HA_{m,1}$ および保持回路 $HA_{m,2}$ と減算回路 SA との間に設けられたスイッチ SW_{21} , SW_{22} が閉じて、保持回路 $HA_{m,1}$ により保持されていた電圧値 $VA_{m,1}$ が減算回路 SA に入力するとともに、保持回路 $HA_{m,2}$ により保持されていた電圧値 $VA_{m,2}$ が減算回路 SA に入力して、減算回路 SA の出力端子から電圧値 $VA_m (= VA_{m,1} - VA_{m,2})$ が出力される。このようにして、第 1 信号処理部 21 から電圧値 $VA_1 \sim VA_M$ が順次に出 force されて、列方向の入射光強度分布が得られる。

【0047】

なお、第 2 信号処理部 31 は、第 1 信号処理部 21 の上記動作期間と同じ期間に動作してもよいし、第 1 信号処理部 21 の上記動作期間と異なる期間に動作してもよい。ただし、第 1 信号処理部 21 および第 2 信号処理部 31 それぞれで、Reset 信号が共通であり、Trans 信号も共通であり、Hold_{A,1} 信号と Hold_{B,1} 信号とが互いに共通であり、Hold_{A,2} 信号と Hold_{B,2} 信号とが互いに共通であるのが好適である。このようにすることにより、M 個の読出回路 $RA_1 \sim RA_M$ および N 個の読出回路 $RB_1 \sim RB_N$ は同一タイミングで動作し、M 個の保持回路 $HA_{1,1} \sim HA_{M,1}$ および N 個の保持回路 $HB_{1,1} \sim HB_{N,1}$ は同一タイミングで動作し、M 個の保持回路 $HA_{1,2} \sim HA_{M,2}$ および N 個の保持回路 $HB_{1,2} \sim HB_{N,2}$ は同一タイミングで動作する。したがって、行方向および列方向それぞれの入射光強度分布として同一タイミングのものを測定することができる。

【0048】

以上のように、第 1 実施形態に係る光検出装置 1 では、第 1 信号処理部 21 に含まれる M 個の読出回路 RA_m が同一タイミングで動作し、M 個の保持回路 $HA_{m,1}$ が同一タイミングで動作し、M 個の保持回路 $HA_{m,2}$ が同一タイミングで動作することができる。すなわち、第 m 行にある N 個のフォトダイオード $PDA_{m,1} \sim PDA_{m,N}$ を接続する配線 LA_m から出力される電荷を同一タイミングで読み出すことができる。第 2 信号処理部 31 でも同様である。したがって、第 1 実施形態に係る光検出装置 1 は、入射光強度分布が時間的に変化する場合であっても同一タイミングで入射光強度分布を得ることができる。

【0049】

(第 2 実施形態)

次に、本発明に係る光検出装置の第 2 実施形態について説明する。図 10 は、第 2 実施形態に係る光検出装置 2 の概略構成図である。この図に示されるように、光検出装置 2 は、光検出部 10、信号処理部 22 および制御部 42 を備える。光検出部 10 は、第 1 実施形態におけるものと同様のものである。信号処理部 22 は、M 本の配線 $LA_1 \sim LA_M$ により光検出部 10 と電気的に接続されており、光検出部 10 内のフォトダイオードから各配線 LA_m を経て転送される電荷を保持し、この保持した電荷の量に応じた電圧値 VA_m を出力するとともに、N 本の配線 $LB_1 \sim LB_N$ により光検出部 10 と電気的に接続されており、光検出部 10 内のフォトダイオードから各配線 LB_n を経て転送される電荷を保持し、この保持した電荷の量に応じた電圧値 VB_n を出力する。制御部 42

は、信号処理部 22 の動作を制御する。

【0050】

図 11 は、第 2 実施形態に係る光検出装置 2 の信号処理部 22 の構成図である。この光検出装置 2 の信号処理部 22 は、M 個の読出回路 $R_{A,1} \sim R_{A,M}$ 、M 個の保持回路 $H_{A,1,1} \sim H_{A,M,1}$ 、M 個の保持回路 $H_{A,1,2} \sim H_{A,M,2}$ 、N 個の読出回路 $R_{B,1} \sim R_{B,N}$ 、N 個の保持回路 $H_{B,1,1} \sim H_{B,N,1}$ 、N 個の保持回路 $H_{B,1,2} \sim H_{B,N,2}$ および減算回路 S を含む。この光検出装置 2 の信号処理部 22 は、第 1 実施形態に係る光検出装置 1 の第 1 信号処理部 21 および第 2 信号処理部 31 の双方を含む構成と略同様のものであるが、減算回路 S_A および S_B に替えて 1 個の減算回路 S を有している点で相違する。なお、この図では、各スイッチの開閉を制御する信号線の表記を省略している。

【0051】

この信号処理部 22 は、各読出回路 $R_{A,m}$ から出力される電圧値を保持回路 $H_{A,m,1}$ および保持回路 $H_{A,m,2}$ の何れかに保持し、各読出回路 $R_{B,n}$ から出力される電圧値を保持回路 $H_{B,n,1}$ および保持回路 $H_{B,n,2}$ の何れかに保持する。そして、信号処理部 22 は、保持回路 $H_{A,m,1}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,1}$ と、保持回路 $H_{A,m,2}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,2}$ とを減算回路 S に入力して、これらの差 ($V_{A,m,1} - V_{A,m,2}$) を表す電圧値 $V_{A,m}$ を減算回路 S から出力するとともに、保持回路 $H_{B,n,1}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,1}$ と、保持回路 $H_{B,n,2}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,2}$ とを減算回路 S に入力して、これらの差 ($V_{B,n,1} - V_{B,n,2}$) を表す電圧値 $V_{B,n}$ を減算回路 S から出力する。

【0052】

この第 2 実施形態に係る光検出装置 2 の動作は、第 1 実施形態に係る光検出装置 1 の動作と略同様であり、行方向および列方向それぞれの入射光強度分布として同一タイミングのものを測定することができる。ただし、光検出装置 2 では、1 個の減算回路 S から電圧値 $V_{A,1} \sim V_{A,M}$ および電圧値 $V_{B,1} \sim V_{B,N}$ が順次に出力される。

【0053】

(第 3 実施形態)

次に、本発明に係る光検出装置の第 3 実施形態について説明する。図 12 は、第 3 実施形態に係る光検出装置 3 の概略構成図である。この図に示されるように、光検出装置 3 は、光検出部 10、第 1 信号処理部 23、第 2 信号処理部 33 および制御部 43 を備える。光検出部 10 は、第 1 実施形態におけるものと同様のものである。第 1 信号処理部 23 は、M 本の配線 $L_{A,1} \sim L_{A,M}$ により光検出部 10 と電気的に接続されており、光検出部 10 内のフォトダイオードから各配線 $L_{A,m}$ を経て転送される電荷を保持し、この保持した電荷の量に応じた電圧値 $V_{A,m}$ を出力する。第 2 信号処理部 33 は、N 本の配線 $L_{B,1} \sim L_{B,N}$ により光検出部 10 と電気的に接続されており、光検出部 10 内のフォトダイオードから各配線 $L_{B,n}$ を経て転送される電荷を保持し、この保持した電荷の量に応じた電圧値 $V_{B,n}$ を出力する。制御部 43 は、第 1 信号処理部 23 および第 2 信号処理部 33 それぞれの動作を制御する。

【0054】

図 13 は、第 3 実施形態に係る光検出装置 3 の第 1 信号処理部 23 の構成図である。第 1 信号処理部 23 は、M 個の読出回路 $R_{A,1} \sim R_{A,M}$ 、M 個の保持回路 $H_{A,1,1} \sim H_{A,M,1}$ 、M 個の保持回路 $H_{A,1,2} \sim H_{A,M,2}$ 、M 個の保持回路 $H_{A,1,3} \sim H_{A,M,3}$ 、M 個の保持回路 $H_{A,1,4} \sim H_{A,M,4}$ および加減算回路 S_A を含む。各読出回路 $R_{A,m}$ は、配線 $L_{A,m}$ と接続されていて、光検出部 10 内のフォトダイオードから配線 $L_{A,m}$ を経て転送される電荷を保持し、その保持した電荷の量に応じた電圧値を出力する。

【0055】

各保持回路 $H_{A,m,1}$ は、入力端がスイッチ $SW_{1,1}$ を介して読出回路 $R_{A,m}$ の出力端と接続されており、スイッチ $SW_{1,1}$ が閉じているときに読出回路 $R_{A,m}$ から出力さ

れる電圧値を保持し、その保持した電圧値を出力する。また、各保持回路 $H_{A,m,1}$ は、出力端がスイッチ $SW_{2,1}$ を介して加減算回路 S_A の第1入力端と接続されている。

【0056】

各保持回路 $H_{A,m,2}$ は、入力端がスイッチ $SW_{1,2}$ を介して読出回路 $R_{A,m}$ の出力端と接続されており、スイッチ $SW_{1,2}$ が閉じているときに読出回路 $R_{A,m}$ から出力される電圧値を保持し、その保持した電圧値を出力する。また、各保持回路 $H_{A,m,2}$ は、出力端がスイッチ $SW_{2,2}$ を介して加減算回路 S_A の第2入力端と接続されている。

【0057】

各保持回路 $H_{A,m,3}$ は、入力端がスイッチ $SW_{1,3}$ を介して読出回路 $R_{A,m}$ の出力端と接続されており、スイッチ $SW_{1,3}$ が閉じているときに読出回路 $R_{A,m}$ から出力される電圧値を保持し、その保持した電圧値を出力する。また、各保持回路 $H_{A,m,3}$ は、出力端がスイッチ $SW_{2,3}$ を介して加減算回路 S_A の第3入力端と接続されている。

【0058】

各保持回路 $H_{A,m,4}$ は、入力端がスイッチ $SW_{1,4}$ を介して読出回路 $R_{A,m}$ の出力端と接続されており、スイッチ $SW_{1,4}$ が閉じているときに読出回路 $R_{A,m}$ から出力される電圧値を保持し、その保持した電圧値を出力する。また、各保持回路 $H_{A,m,4}$ は、出力端がスイッチ $SW_{2,4}$ を介して加減算回路 S_A の第4入力端と接続されている。

【0059】

スイッチ $SW_{1,1}$ は、 $Hold_{A,1}$ 信号により開閉が制御される。スイッチ $SW_{1,2}$ は、 $Hold_{A,2}$ 信号により開閉が制御される。スイッチ $SW_{1,3}$ は、 $Hold_{A,3}$ 信号により開閉が制御される。スイッチ $SW_{1,4}$ は、 $Hold_{A,4}$ 信号により開閉が制御される。また、スイッチ $SW_{2,1} \sim SW_{2,4}$ それぞれは、 $Shift_{A,m}$ 信号により開閉が制御される。これらの信号は制御部43から出力される。

【0060】

加減算回路 S_A は、第1入力端、第2入力端、第3入力端および第4入力端を有する。加減算回路 S_A は、第1入力端に入力した電圧値 $V_{A,m,1}$ と、第2入力端に入力した電圧値 $V_{A,m,2}$ と、第3入力端に入力した電圧値 $V_{A,m,3}$ と、第4入力端に入力した電圧値 $V_{A,m,4}$ とに基づいて、これらの電圧値を加減算した結果を表す電圧値 $V_{A,m}$ ($= ((V_{A,m,3} - V_{A,m,4}) - (V_{A,m,1} - V_{A,m,2}))$) を出力する。第1入力端、第2入力端、第3入力端および第4入力端それぞれは、制御部43から出力される $Reset_A$ 信号により開閉が制御されるスイッチにより接地電位とも接続され得る。

【0061】

図14は、第3実施形態に係る光検出装置3の第2信号処理部33の構成図である。第2信号処理部33は、N個の読出回路 $R_{B,1} \sim R_{B,N}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,1} \sim H_{B,N,1}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,2} \sim H_{B,N,2}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,3} \sim H_{B,N,3}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,4} \sim H_{B,N,4}$ および加減算回路 S_B を含む。各読出回路 $R_{B,n}$ は、配線 $L_{B,n}$ と接続されていて、光検出部10内のフォトダイオードから配線 $L_{B,n}$ を経て転送される電荷を保持し、その保持した電荷の量に応じた電圧値を出力する。

【0062】

各保持回路 $H_{B,n,1}$ は、入力端がスイッチ $SW_{1,1}$ を介して読出回路 $R_{B,n}$ の出力端と接続されており、スイッチ $SW_{1,1}$ が閉じているときに読出回路 $R_{B,n}$ から出力される電圧値を保持し、その保持した電圧値を出力する。また、各保持回路 $H_{B,n,1}$ は、出力端がスイッチ $SW_{2,1}$ を介して加減算回路 S_B の第1入力端と接続されている。

【0063】

各保持回路 $H_{B,n,2}$ は、入力端がスイッチ $SW_{1,2}$ を介して読出回路 $R_{B,n}$ の出力端と接続されており、スイッチ $SW_{1,2}$ が閉じているときに読出回路 $R_{B,n}$ から出力される電圧値を保持し、その保持した電圧値を出力する。また、各保持回路 $H_{B,n,2}$ は、出力端がスイッチ $SW_{2,2}$ を介して加減算回路 S_B の第2入力端と接続されている。

【0064】

各保持回路 $H_{B,n,3}$ は、入力端がスイッチ $SW_{1,3}$ を介して読出回路 $R_{B,n}$ の出力端と接続されており、スイッチ $SW_{1,3}$ が閉じているときに読出回路 $R_{B,n}$ から出力される電圧値を保持し、その保持した電圧値を出力する。また、各保持回路 $H_{B,n,3}$ は、出力端がスイッチ $SW_{2,3}$ を介して加減算回路 S_B の第3入力端と接続されている。

【0065】

各保持回路 $H_{B,n,4}$ は、入力端がスイッチ $SW_{1,4}$ を介して読出回路 $R_{B,n}$ の出力端と接続されており、スイッチ $SW_{1,4}$ が閉じているときに読出回路 $R_{B,n}$ から出力される電圧値を保持し、その保持した電圧値を出力する。また、各保持回路 $H_{B,n,4}$ は、出力端がスイッチ $SW_{2,4}$ を介して加減算回路 S_B の第4入力端と接続されている。

【0066】

スイッチ $SW_{1,1}$ は、 $Hold_{B,1}$ 信号により開閉が制御される。スイッチ $SW_{1,2}$ は、 $Hold_{B,2}$ 信号により開閉が制御される。スイッチ $SW_{1,3}$ は、 $Hold_{B,3}$ 信号により開閉が制御される。スイッチ $SW_{1,4}$ は、 $Hold_{B,4}$ 信号により開閉が制御される。また、スイッチ $SW_{2,1} \sim SW_{2,4}$ それぞれは、 $Shift_{B,n}$ 信号により開閉が制御される。これらの信号は制御部 43 から出力される。

【0067】

加減算回路 S_B は、第1入力端、第2入力端、第3入力端および第4入力端を有する。加減算回路 S_B は、第1入力端に入力した電圧値 $V_{B,n,1}$ と、第2入力端に入力した電圧値 $V_{B,n,2}$ と、第3入力端に入力した電圧値 $V_{B,n,3}$ と、第4入力端に入力した電圧値 $V_{B,n,4}$ とに基づいて、これらの電圧値を加減算した結果を表す電圧値 $V_{B,n}$ ($= ((V_{B,n,3} - V_{B,n,4}) - (V_{B,n,1} - V_{B,n,2}))$) を出力する。第1入力端、第2入力端、第3入力端および第4入力端それぞれは、制御部 43 から出力される $Reset_{B,n}$ 信号により開閉が制御されるスイッチにより接地電位とも接続され得る。

【0068】

図15は、加減算回路 S_A の回路図である。加減算回路 S_A および加減算回路 S_B は同様の回路構成を有している。加減算回路 S_A は、4個の電圧フォロワ回路 $F_1 \sim F_4$ 、6個の抵抗器 $R_1 \sim R_6$ 、および、増幅器を有している。

【0069】

4つの電圧フォロワ回路 $F_1 \sim F_4$ それぞれは、共通の構成を有しており、増幅器の反転入力端子と出力端子とが互いに直接に接続されており、高入力インピーダンスおよび低出力インピーダンスを有し、理想的には増幅率1の増幅回路である。電圧フォロワ回路 F_1 は、 M 個の保持回路 $H_{A,1,2} \sim H_{A,M,2}$ それぞれから順次に出される電圧値 $V_{A,m,2}$ を非反転入力端子に入力する。電圧フォロワ回路 F_2 は、 M 個の保持回路 $H_{A,1,3} \sim H_{A,M,3}$ それぞれから順次に出される電圧値 $V_{A,m,3}$ を非反転入力端子に入力する。電圧フォロワ回路 F_3 は、 M 個の保持回路 $H_{A,1,1} \sim H_{A,M,1}$ それぞれから順次に出される電圧値 $V_{A,m,1}$ を非反転入力端子に入力する。電圧フォロワ回路 F_4 は、 M 個の保持回路 $H_{A,1,4} \sim H_{A,M,4}$ それぞれから順次に出される電圧値 $V_{A,m,4}$ を非反転入力端子に入力する。

【0070】

増幅器の反転入力端子は、抵抗器 R_1 を介して電圧フォロワ回路 F_1 の出力端子と接続され、抵抗器 R_2 を介して電圧フォロワ回路 F_2 の出力端子と接続され、抵抗器 R_5 を介して自己の出力端子と接続されている。増幅器の非反転入力端子は、抵抗器 R_3 を介して電圧フォロワ回路 F_3 の出力端子と接続され、抵抗器 R_4 を介して電圧フォロワ回路 F_4 の出力端子と接続され、抵抗器 R_6 を介して接地電位と接続されている。電圧フォロワ回路 $F_1 \sim F_4$ それぞれの増幅率を1として、6個の抵抗器 $R_1 \sim R_6$ それぞれの抵抗値が互いに等しいとすると、加減算回路 S_A の出力端子から出力される電圧値 $V_{A,m}$ は、「 $V_{A,m} = ((V_{A,m,4} - V_{A,m,3}) - (V_{A,m,2} - V_{A,m,1}))$ 」なる式で表される。

【0071】

次に、第3実施形態に係る光検出装置3の動作例について説明する。ここでは第1信号

処理部 23 の動作について説明するが、第 2 信号処理部 33 の動作も同様である。図 16 は、第 3 実施形態に係る光検出装置 3 の第 1 信号処理部 23 の動作を説明するタイミングチャートである。なお、ここでは、光検出装置 3 が発光ダイオード (LED) とともに用いられる場合、例えば、LED から出力された光が直接に光検出装置 3 の光検出部 10 に入射する場合や、LED から出力されて対象物に照射された光の像がレンズ系を介して光検出装置 3 の光検出部 10 に結像される場合について説明する。

【0072】

この図には、最上段に LED の発光タイミングが示されており、続いて上から順に、各読出回路 $R_{A,m}$ のトランジスタ T3 のゲート端子に入力する Reset 信号、各読出回路 $R_{A,m}$ のトランジスタ T2 のゲート端子に入力する Trans 信号、各読出回路 $R_{A,m}$ と保持回路 $H_{A,m,1}$ との間に設けられたスイッチ SW_{11} の開閉を制御する Hold $_{A,1}$ 信号、各読出回路 $R_{A,m}$ と保持回路 $H_{A,m,2}$ との間に設けられたスイッチ SW_{12} の開閉を制御する Hold $_{A,2}$ 信号、各読出回路 $R_{A,m}$ と保持回路 $H_{A,m,3}$ との間に設けられたスイッチ SW_{13} の開閉を制御する Hold $_{A,3}$ 信号、各読出回路 $R_{A,m}$ と保持回路 $H_{A,m,4}$ との間に設けられたスイッチ SW_{14} の開閉を制御する Hold $_{A,4}$ 信号、加減算回路 S_A の各入力端と接地電位との間に設けられたスイッチの開閉を制御する Reset $_A$ 信号、保持回路 $H_{A,1,1} \sim H_{A,1,4}$ と加減算回路 S_A との間に設けられたスイッチ $SW_{21} \sim SW_{24}$ の開閉を制御する Shift $_{A,1}$ 信号、保持回路 $H_{A,2,1} \sim H_{A,2,4}$ と加減算回路 S_A との間に設けられたスイッチ $SW_{21} \sim SW_{24}$ の開閉を制御する Shift $_{A,2}$ 信号、保持回路 $H_{A,M,1} \sim H_{A,M,4}$ と加減算回路 S_A との間に設けられたスイッチ $SW_{21} \sim SW_{24}$ の開閉を制御する Shift $_{A,M}$ 信号、ならびに、加減算回路 S_A から出力される電圧値 $V_{A,m}$ 、それぞれの波形が示されている。

【0073】

時刻 t_0 前には、LED は OFF (消灯) 状態であり、Reset 信号はハイレベルであり、Trans 信号はローレベルであり、Hold $_{A,1}$ 信号はローレベルであり、Hold $_{A,2}$ 信号はローレベルであり、Hold $_{A,3}$ 信号はローレベルであり、Hold $_{A,4}$ 信号はローレベルであり、Reset $_A$ 信号はローレベルであり、各 Shift $_{A,m}$ 信号はローレベルである。Reset 信号は、時刻 t_0 にローレベルに転じ、時刻 t_0 より後の時刻 t_2 にハイレベルに戻る。Trans 信号は、時刻 t_0 より後であって時刻 t_2 より前の時刻 t_1 にハイレベルに転じ、時刻 t_2 より後の時刻 t_3 にローレベルに戻る。LED は、時刻 t_3 に ON (点灯) 状態となる。

【0074】

時刻 t_0 前に Reset 信号がハイレベルであって、時刻 t_0 前から時刻 t_1 までの期間は Trans 信号がローレベルであるので、この期間では、各読出回路 $R_{A,m}$ の容量部 C の電荷が放電されて初期状態とされており、その初期状態にある電圧値が各読出回路 $R_{A,m}$ から出力される。時刻 t_0 と時刻 t_1 との間の或る一定期間に、Hold $_{A,1}$ 信号がハイレベルとなって、スイッチ SW_{11} が閉じ、そのときの各読出回路 $R_{A,m}$ の出力電圧値 $V_{A,m,1}$ が保持回路 $H_{A,m,1}$ に保持される。各読出回路 $R_{A,m}$ の容量部 C が初期状態であることから、この電圧値 $V_{A,m,1}$ は暗信号成分を含む。

【0075】

時刻 t_1 から時刻 t_2 までの期間は、Reset 信号がローレベルであって、Trans 信号がハイレベルであるので、光検出部 10 内のフォトダイオードから各配線 $L_{A,m}$ を経て転送される電荷が読出回路 $R_{A,m}$ の容量部 C に保持されて、その電荷量に応じた電圧値が各読出回路 $R_{A,m}$ から出力される。時刻 t_1 と時刻 t_2 との間の或る一定期間に、Hold $_{A,2}$ 信号がハイレベルとなって、スイッチ SW_{12} が閉じ、そのときの各読出回路 $R_{A,m}$ の出力電圧値 $V_{A,m,2}$ が保持回路 $H_{A,m,2}$ に保持される。LED が OFF 状態であって、背景光が光検出部 10 に入射したことに伴ってフォトダイオードで発生した電荷が読出回路 $R_{A,m}$ により読み出されるので、この電圧値 $V_{A,m,2}$ は背景光成分および暗信号成分を含む。

【0076】

時刻 t_2 から時刻 t_3 までの期間は、Reset 信号がハイレベルであって、Trans 信号がハイレベルであるので、この期間では、各読出回路 $R_{A,m}$ の容量部 C の電荷が放電されて初期状態とされる。また、Trans 信号もハイレベルであるので、フォトダイオード $PD_{A,m,1} \sim PD_{A,m,N}$ に転送残りの電荷がある場合、その電荷も放電されて初期状態とされる。時刻 t_3 からフォトダイオード $PD_{A,m,1} \sim PD_{A,m,N}$ に電荷蓄積が開始される。

【0077】

時刻 t_3 から時刻 t_{10} までの期間は、Reset 信号はハイレベルであり、Trans 信号はローレベルである。Reset 信号は、時刻 t_{10} にローレベルに転じ、時刻 t_{10} より後の時刻 t_{12} にハイレベルに戻る。Trans 信号は、時刻 t_{10} より後であって時刻 t_{12} より前の時刻 t_{11} にハイレベルに転じ、時刻 t_{12} より後の時刻 t_{13} にローレベルに戻る。LED は、時刻 t_3 から時刻 t_{12} 前まで ON 状態である。

【0078】

時刻 t_{10} 前に Reset 信号がハイレベルであって、時刻 t_{10} 前から時刻 t_{11} までの期間は Trans 信号がローレベルであるので、この期間では、各読出回路 $R_{A,m}$ の容量部 C の電荷が放電されて初期状態とされており、その初期状態にある電圧値が各読出回路 $R_{A,m}$ から出力される。時刻 t_{10} と時刻 t_{11} との間の或る一定期間に、Hold_{A,3} 信号がハイレベルとなって、スイッチ SW_{13} が閉じ、そのときの各読出回路 $R_{A,m}$ の出力電圧値 $V_{A,m,3}$ が保持回路 $H_{A,m,3}$ に保持される。各読出回路 $R_{A,m}$ の容量部 C が初期状態であることから、この電圧値 $V_{A,m,3}$ は暗信号成分を含む。

【0079】

時刻 t_{11} から時刻 t_{12} までの期間は、Reset 信号がローレベルであって、Trans 信号がハイレベルであるので、フォトダイオードから各配線 $L_{A,m}$ を経て流入する電荷が読出回路 $R_{A,m}$ の容量部 C に保持されて、その電荷量に応じた電圧値が各読出回路 $R_{A,m}$ から出力される。時刻 t_{11} と時刻 t_{12} との間の或る一定期間に、Hold_{A,4} 信号がハイレベルとなって、スイッチ SW_{14} が閉じ、そのときの各読出回路 $R_{A,m}$ の出力電圧値 $V_{A,m,4}$ が保持回路 $H_{A,m,4}$ に保持される。LED が ON 状態であって、LED 光および背景光が光検出部 10 に入射したことに伴ってフォトダイオードで発生した電荷が読出回路 $R_{A,m}$ により読み出されるので、この電圧値 $V_{A,m,4}$ は LED 光成分、背景光成分および暗信号成分を含む。

【0080】

時刻 t_{12} から時刻 t_{13} までの期間は、Reset 信号がハイレベルであって、Trans 信号がハイレベルであるので、この期間では、各読出回路 $R_{A,m}$ の容量部 C の電荷が放電されて初期状態とされる。また、Trans 信号もハイレベルであるので、フォトダイオード $PD_{A,m,1} \sim PD_{A,m,N}$ に転送残りの電荷がある場合、その電荷も放電されて初期状態とされる。時刻 t_{13} からフォトダイオード $PD_{A,m,1} \sim PD_{A,m,N}$ に電荷蓄積が開始される。

【0081】

時刻 t_{13} から時刻 t_{20} までの期間は、Reset 信号がハイレベルであって、Trans 信号がローレベルであり、Hold_{A,1} 信号、Hold_{A,2} 信号、Hold_{A,3} 信号および Hold_{A,4} 信号それぞれがローレベルのままであるので、保持回路 $H_{A,m,1} \sim H_{A,m,4}$ それぞれに保持される電圧値は、そのまま保持され続ける。この期間において、Reset_A 信号は、一定期間だけハイレベルなることを M 回繰り返す。そして、Reset_A 信号が第 m 回のハイレベルの後のローレベルとなっている期間に、Shift_{A,m} 信号が一定期間だけハイレベルとなる。

【0082】

この Shift_{A,m} 信号が一定期間だけハイレベルとなることにより、保持回路 $H_{A,m,1} \sim H_{A,m,4}$ と加減算回路 S_A との間に設けられたスイッチ $SW_{21} \sim SW_{24}$ それぞれが閉じて、保持回路 $H_{A,m,1}$ により保持されていた電圧値 $V_{A,m,1}$ が加減算回

路 S_A に入力し、保持回路 $H_{A,m,2}$ により保持されていた電圧値 $V_{A,m,2}$ が加減算回路 S_A に入力し、保持回路 $H_{A,m,3}$ により保持されていた電圧値 $V_{A,m,3}$ が加減算回路 S_A に入力し、保持回路 $H_{A,m,4}$ により保持されていた電圧値 $V_{A,m,4}$ が加減算回路 S_A に入力する。そして、加減算回路 S_A の出力端子から電圧値 $V_{A,m}$ ($= ((V_{A,m,3} - V_{A,m,4}) - (V_{A,m,1} - V_{A,m,2}))$) が出力される。

【0083】

このようにして、第1信号処理部23から電圧値 $V_{A,1} \sim V_{A,M}$ が順次に出力されて、列方向の入射光強度分布が得られる。ここで得られる電圧値 $V_{A,m}$ は、背景光成分および暗信号成分の双方が除去されて、LED光成分を高精度に表すものである。また、差 $(V_{A,m,3} - V_{A,m,4})$ および差 $(V_{A,m,1} - V_{A,m,2})$ それぞれを演算することにより、CMOS回路に特有の熱雑音 (KTCノイズ) を抑制することができる。

【0084】

なお、第2信号処理部33は、第1信号処理部23の上記動作期間と同じ期間に動作してもよいし、第1信号処理部23の上記動作期間と異なる期間に動作してもよい。ただし、第1信号処理部23および第2信号処理部33それぞれで、Reset信号が共通であり、Trans信号も共通であり、Hold $_A,1$ 信号とHold $_B,1$ 信号とが互いに共通であり、Hold $_A,2$ 信号とHold $_B,2$ 信号とが互いに共通であり、Hold $_A,3$ 信号とHold $_B,3$ 信号とが互いに共通であり、Hold $_A,4$ 信号とHold $_B,4$ 信号とが互いに共通であるのが好適である。このようにすることにより、M個の読出回路 $R_{A,1} \sim R_{A,M}$ およびN個の読出回路 $R_{B,1} \sim R_{B,N}$ は同一タイミングで動作し、M個の保持回路 $H_{A,1,1} \sim H_{A,M,1}$ およびN個の保持回路 $H_{B,1,1} \sim H_{B,N,1}$ は同一タイミングで動作し、M個の保持回路 $H_{A,1,2} \sim H_{A,M,2}$ およびN個の保持回路 $H_{B,1,2} \sim H_{B,N,2}$ は同一タイミングで動作し、M個の保持回路 $H_{A,1,3} \sim H_{A,M,3}$ およびN個の保持回路 $H_{B,1,3} \sim H_{B,N,3}$ は同一タイミングで動作し、M個の保持回路 $H_{A,1,4} \sim H_{A,M,4}$ およびN個の保持回路 $H_{B,1,4} \sim H_{B,N,4}$ は同一タイミングで動作する。したがって、行方向および列方向それぞれの入射光強度分布として同一タイミングのものを測定することができる。

【0085】

以上のように、第3実施形態に係る光検出装置3では、第1信号処理部23に含まれるM個の読出回路 $R_{A,m}$ が同一タイミングで動作し、M個の保持回路 $H_{A,m,1}$ が同一タイミングで動作し、M個の保持回路 $H_{A,m,2}$ が同一タイミングで動作し、M個の保持回路 $H_{A,m,3}$ が同一タイミングで動作し、M個の保持回路 $H_{A,m,4}$ が同一タイミングで動作することができる。すなわち、第m行にあるN個のフォトダイオード $PDA_{m,1} \sim PDA_{m,N}$ を接続する配線 $L_{A,m}$ から出力される電荷を同一タイミングで読み出すことができる。第2信号処理部33でも同様である。したがって、第3実施形態に係る光検出装置3は、入射光強度分布が時間的に変化する場合であっても同一タイミングで入射光強度分布を得ることができる。

【0086】

(第4実施形態)

次に、本発明に係る光検出装置の第4実施形態について説明する。図17は、第4実施形態に係る光検出装置4の概略構成図である。この図に示されるように、光検出装置4は、光検出部10、信号処理部24および制御部44を備える。光検出部10は、第1実施形態におけるものと同様のものである。信号処理部24は、M本の配線 $L_{A,1} \sim L_{A,M}$ により光検出部10と電気的に接続されており、光検出部10内のフォトダイオードから各配線 $L_{A,m}$ を経て転送される電荷を保持し、この保持した電荷の量に応じた電圧値 $V_{A,m}$ を出力するとともに、N本の配線 $L_{B,1} \sim L_{B,N}$ により光検出部10と電気的に接続されており、光検出部10内のフォトダイオードから各配線 $L_{B,n}$ を経て転送される電荷を保持し、この保持した電荷の量に応じた電圧値 $V_{B,n}$ を出力する。制御部44は、信号処理部24の動作を制御する。

【0087】

図18は、第4実施形態に係る光検出装置4の信号処理部24の構成図である。この光検出装置4の信号処理部24は、M個の読出回路 $R_{A,1} \sim R_{A,M}$ 、M個の保持回路 $H_{A,1,1} \sim H_{A,M,1}$ 、M個の保持回路 $H_{A,1,2} \sim H_{A,M,2}$ 、M個の保持回路 $H_{A,1,3} \sim H_{A,M,3}$ 、M個の保持回路 $H_{A,1,4} \sim H_{A,M,4}$ 、N個の読出回路 $R_{B,1} \sim R_{B,N}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,1} \sim H_{B,N,1}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,2} \sim H_{B,N,2}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,3} \sim H_{B,N,3}$ 、N個の保持回路 $H_{B,1,4} \sim H_{B,N,4}$ および加減算回路Sを含む。この光検出装置4の信号処理部24は、第3実施形態に係る光検出装置3の第1信号処理部23および第2信号処理部33の双方を含む構成と略同様のものであるが、加減算回路 S_A および S_B に替えて1個の加減算回路Sを有している点で相違する。なお、この図では、各スイッチの開閉を制御する信号線の表記を省略している。

【0088】

この信号処理部24は、各読出回路 $R_{A,m}$ から出力される電圧値を保持回路 $H_{A,m,1} \sim H_{A,m,4}$ の何れかに保持し、各読出回路 $R_{B,n}$ から出力される電圧値を保持回路 $H_{B,n,1} \sim H_{B,n,4}$ の何れかに保持する。そして、信号処理部24は、保持回路 $H_{A,m,1}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,1}$ と、保持回路 $H_{A,m,2}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,2}$ と、保持回路 $H_{A,m,3}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,3}$ と、保持回路 $H_{A,m,4}$ から出力される電圧値 $V_{A,m,4}$ とを加減算回路Sに入力して、これらの加減算値 $((V_{A,m,3} - V_{A,m,4}) - (V_{A,m,1} - V_{A,m,2}))$ を表す電圧値 $V_{A,m}$ を加減算回路Sから出力する。また、信号処理部24は、保持回路 $H_{B,n,1}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,1}$ と、保持回路 $H_{B,n,2}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,2}$ と、保持回路 $H_{B,n,3}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,3}$ と、保持回路 $H_{B,n,4}$ から出力される電圧値 $V_{B,n,4}$ とを加減算回路Sに入力して、これらの加減算値 $((V_{B,n,3} - V_{B,n,4}) - (V_{B,n,1} - V_{B,n,2}))$ を表す電圧値 $V_{B,n}$ を加減算回路Sから出力する。

【0089】

この第4実施形態に係る光検出装置4の動作は、第3実施形態に係る光検出装置3の動作と略同様であり、行方向および列方向それぞれの入射光強度分布として同一タイミングのものを測定することができる。ただし、光検出装置4では、1個の加減算回路Sから電圧値 $V_{A,1} \sim V_{A,M}$ および電圧値 $V_{B,1} \sim V_{B,N}$ が順次に出力される。

【図面の簡単な説明】

【0090】

【図1】第1実施形態に係る光検出装置1の概略構成図である。

【図2】光検出部10の構成図である。

【図3】フォトダイオードの断面図である。

【図4】第1実施形態に係る光検出装置1の第1信号処理部21の構成図である。

【図5】第1実施形態に係る光検出装置1の第2信号処理部31の構成図である。

【図6】読出回路 $R_{A,m}$ の回路図である。

【図7】保持回路 $H_{A,m,1}$ の回路図である。

【図8】減算回路 S_A の回路図である。

【図9】第1実施形態に係る光検出装置1の第1信号処理部21の動作を説明するタイミングチャートである。

【図10】第2実施形態に係る光検出装置2の概略構成図である。

【図11】第2実施形態に係る光検出装置2の信号処理部22の構成図である。

【図12】第3実施形態に係る光検出装置3の概略構成図である。

【図13】第3実施形態に係る光検出装置3の第1信号処理部23の構成図である。

【図14】第3実施形態に係る光検出装置3の第2信号処理部33の構成図である。

【図15】加減算回路 S_A の回路図である。

【図16】第3実施形態に係る光検出装置3の第1信号処理部23の動作を説明するタイミングチャートである。

【図17】第4実施形態に係る光検出装置4の概略構成図である。

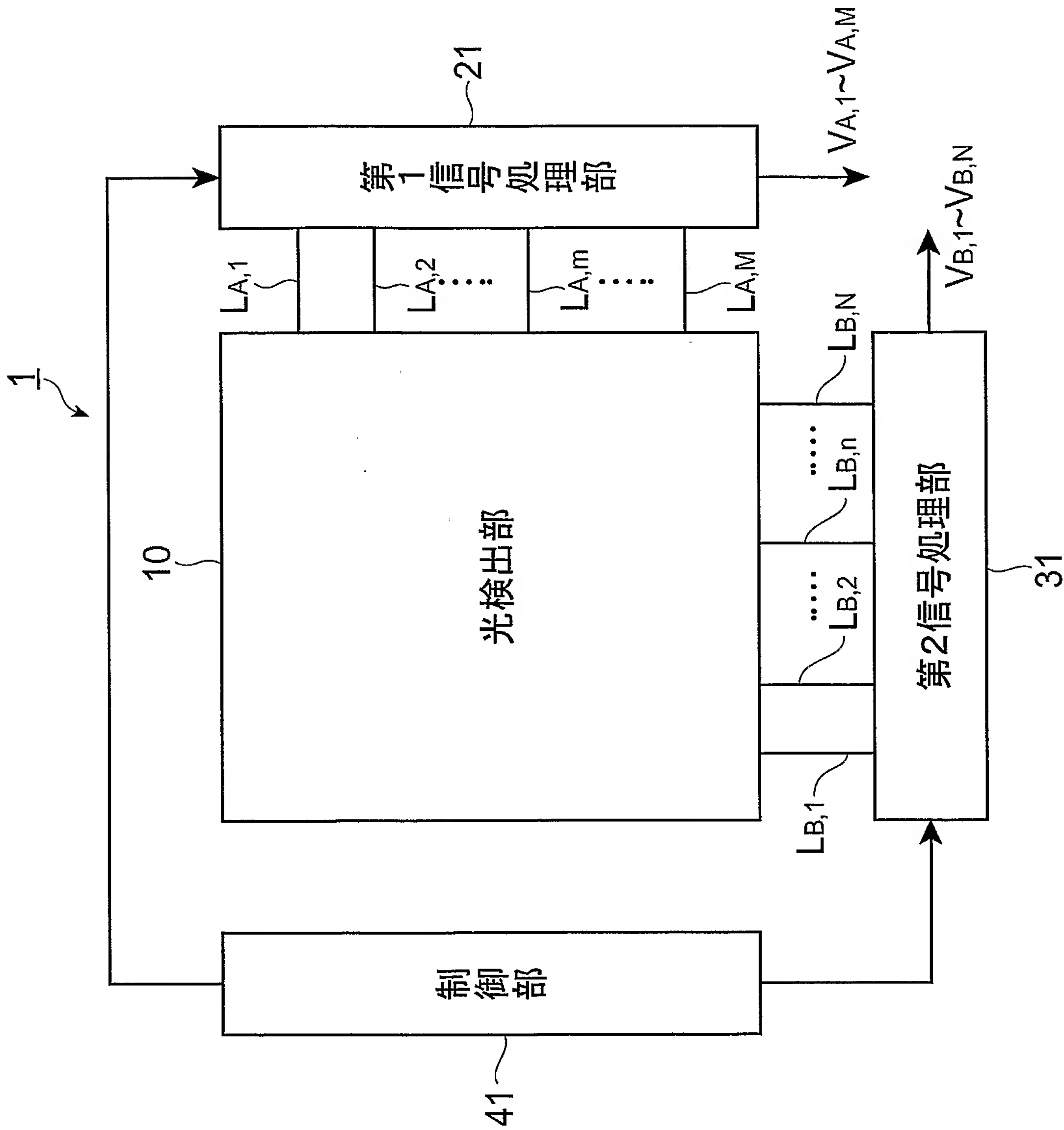
【図 1 8】 第 4 実施形態に係る光検出装置 4 の信号処理部 2 2 の構成図である。

【符号の説明】

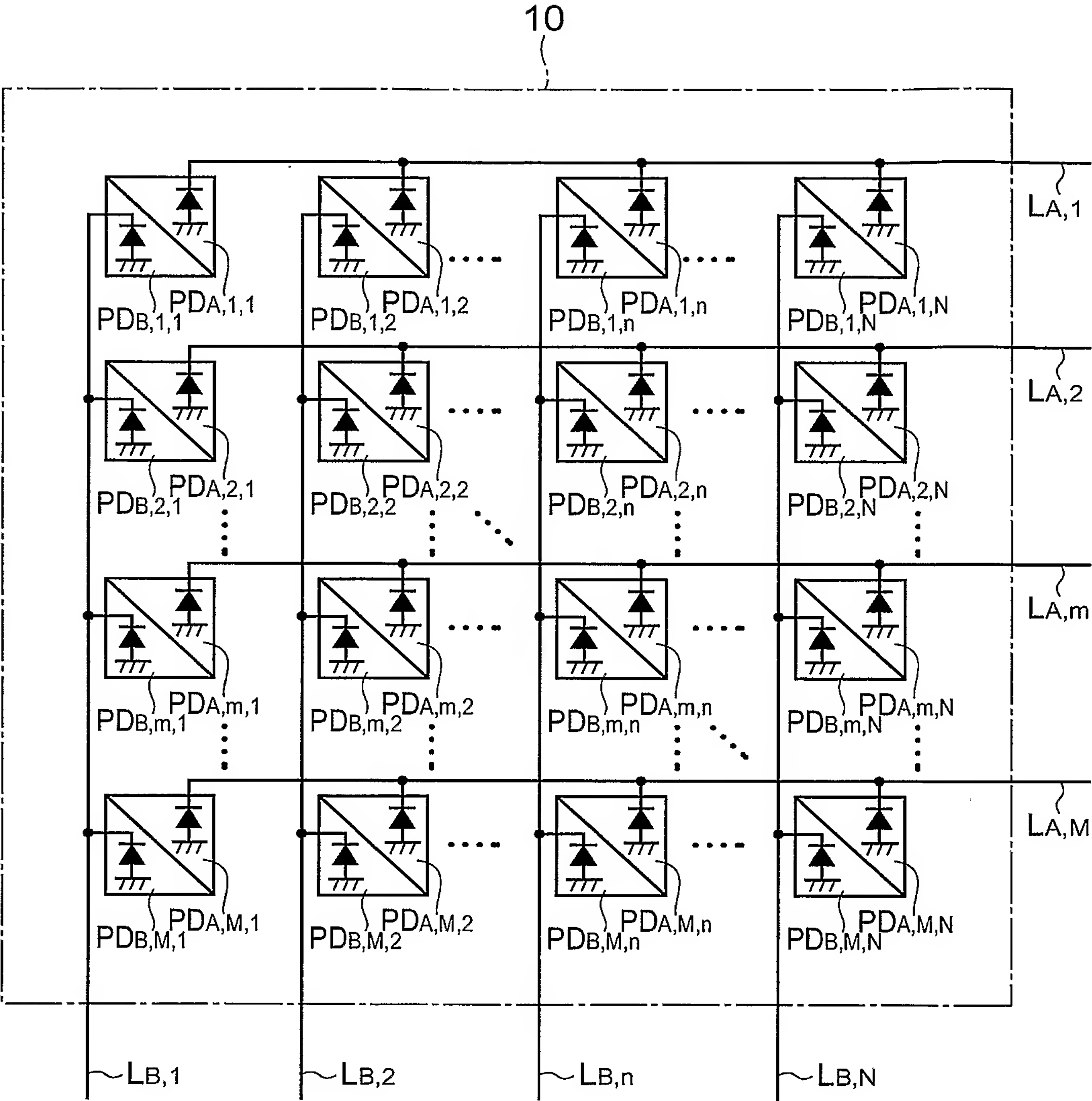
【 0 0 9 1 】

1 ～ 4 …光検出装置、 1 0 …光検出部、 2 1, 2 3 …第 1 信号処理部、 2 2, 2 4 …信号処理部、 3 1, 3 3 …第 2 信号処理部、 4 1 ～ 4 4 …制御部。

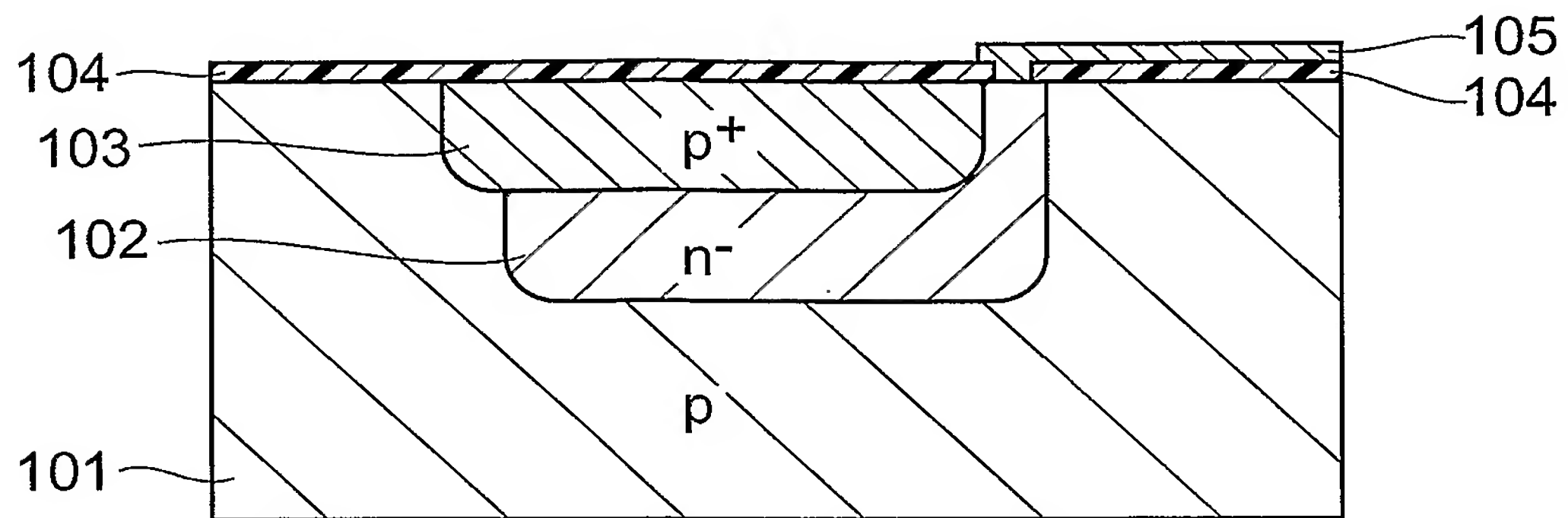
【書類名】 図面
【図 1】



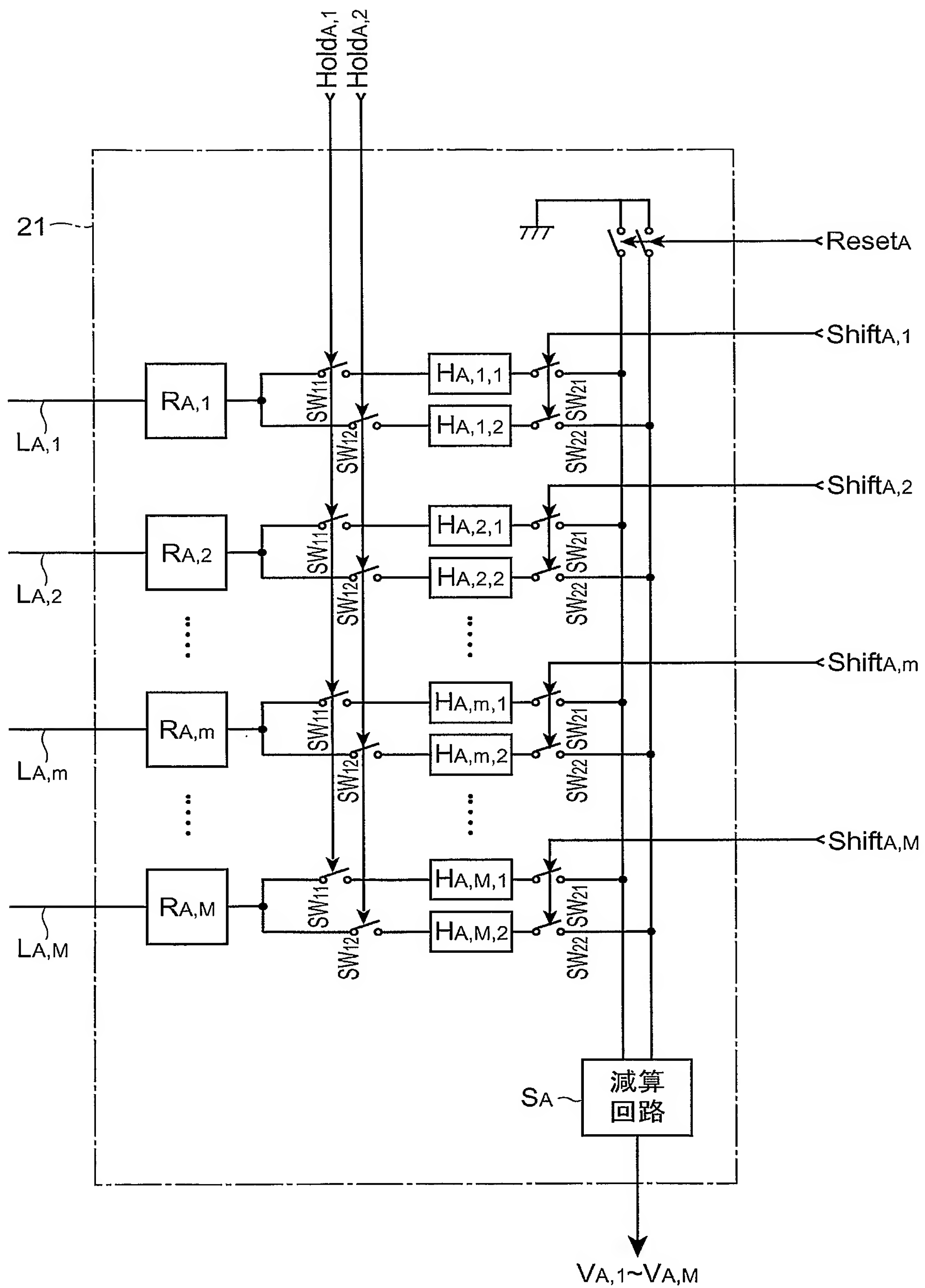
【図 2】



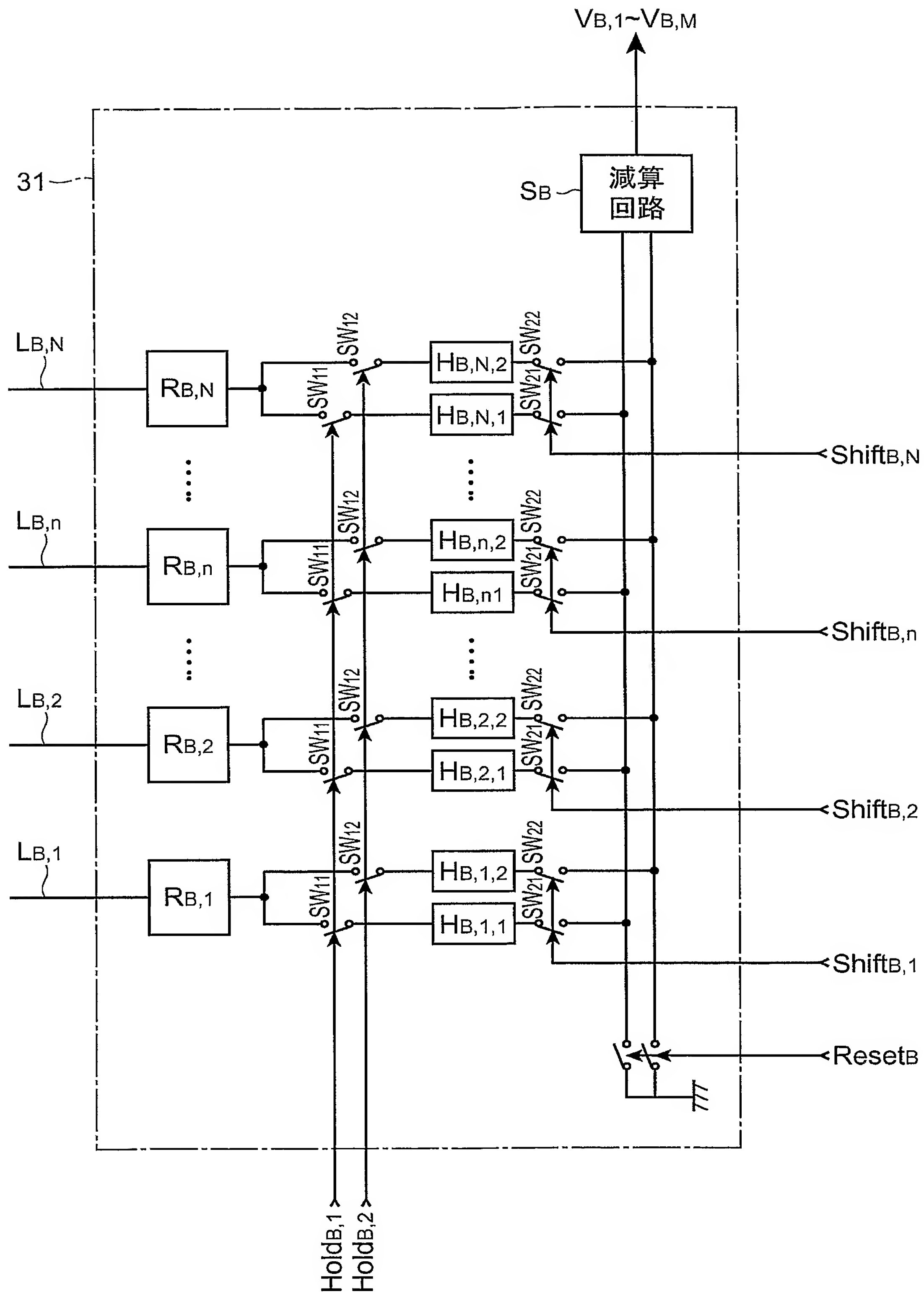
【図 3】



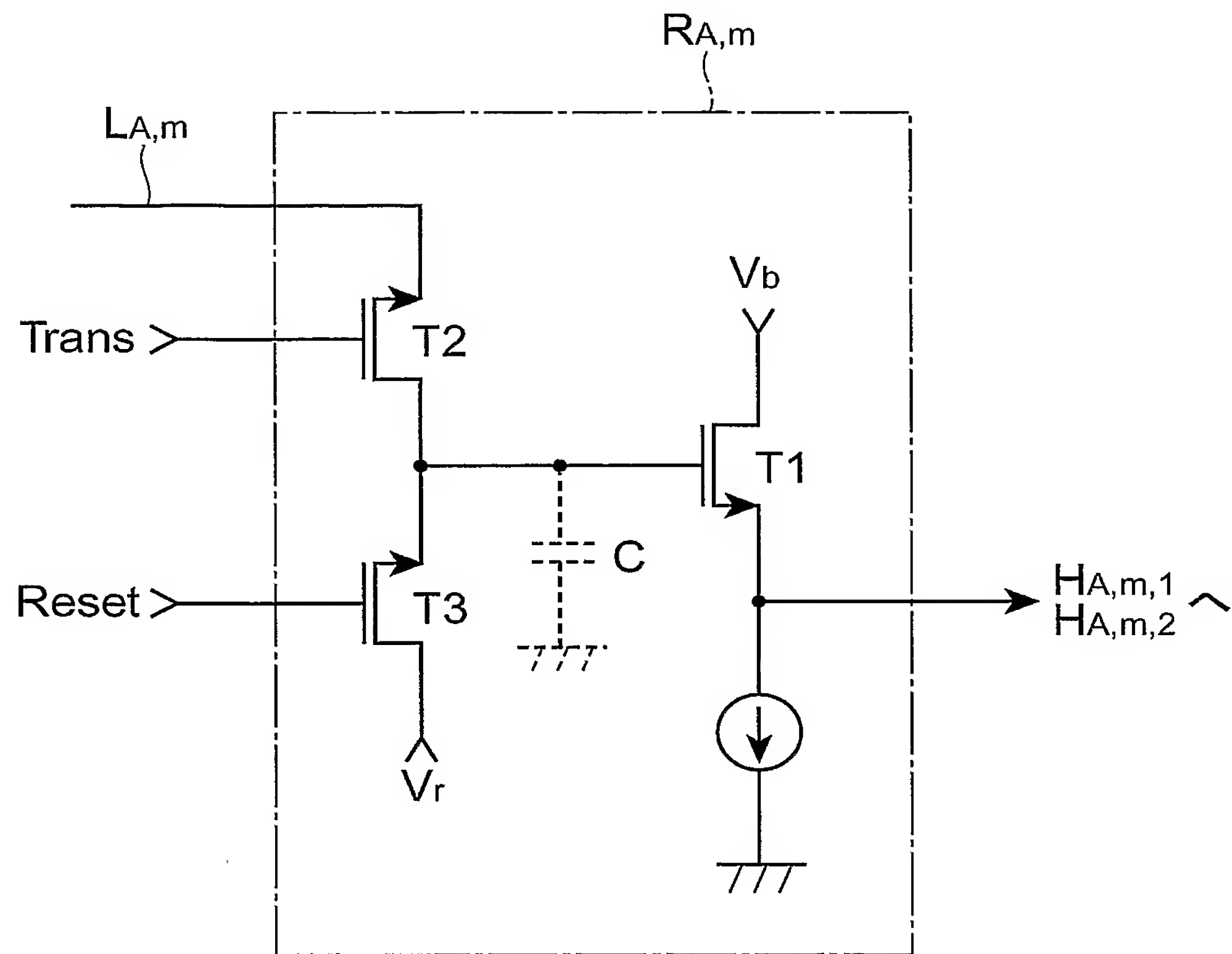
【図 4】



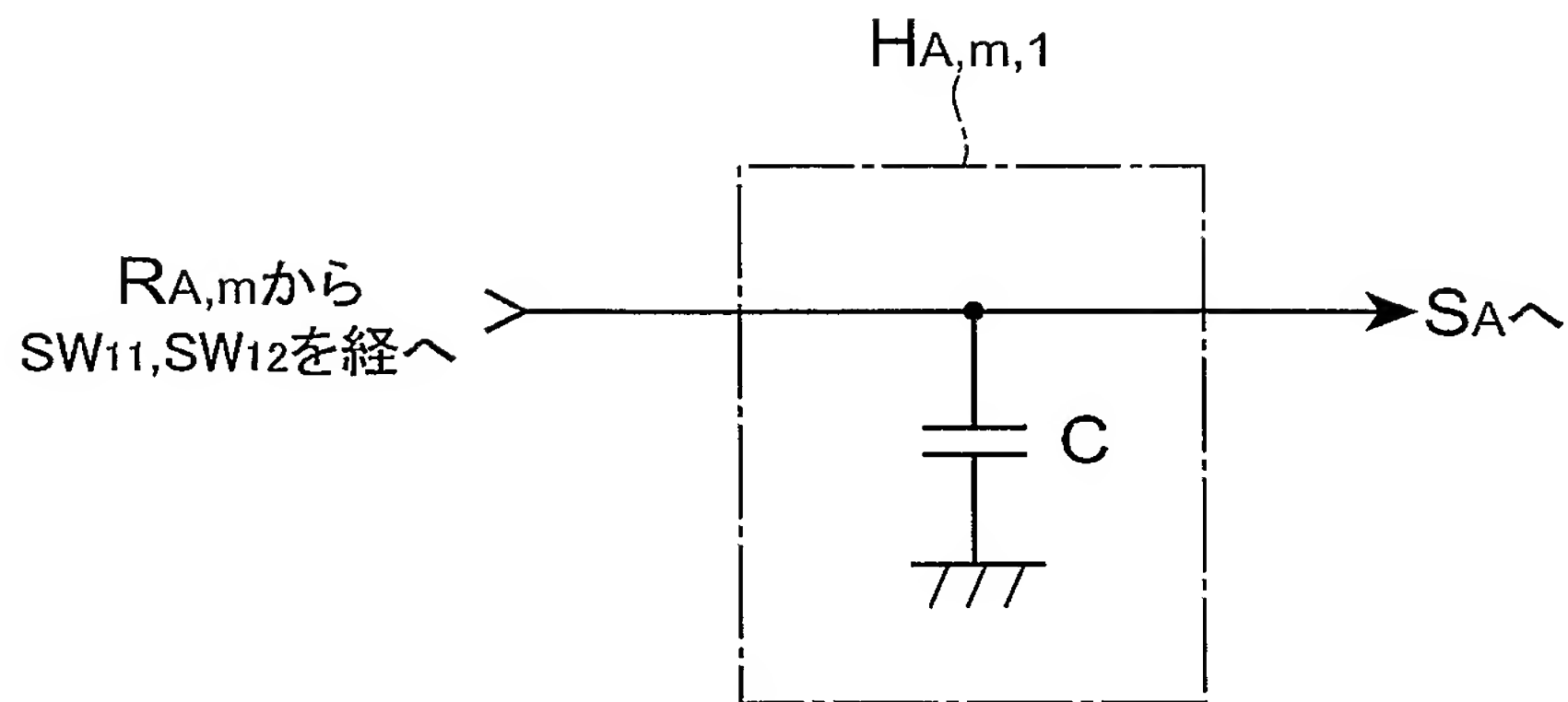
【図 5】



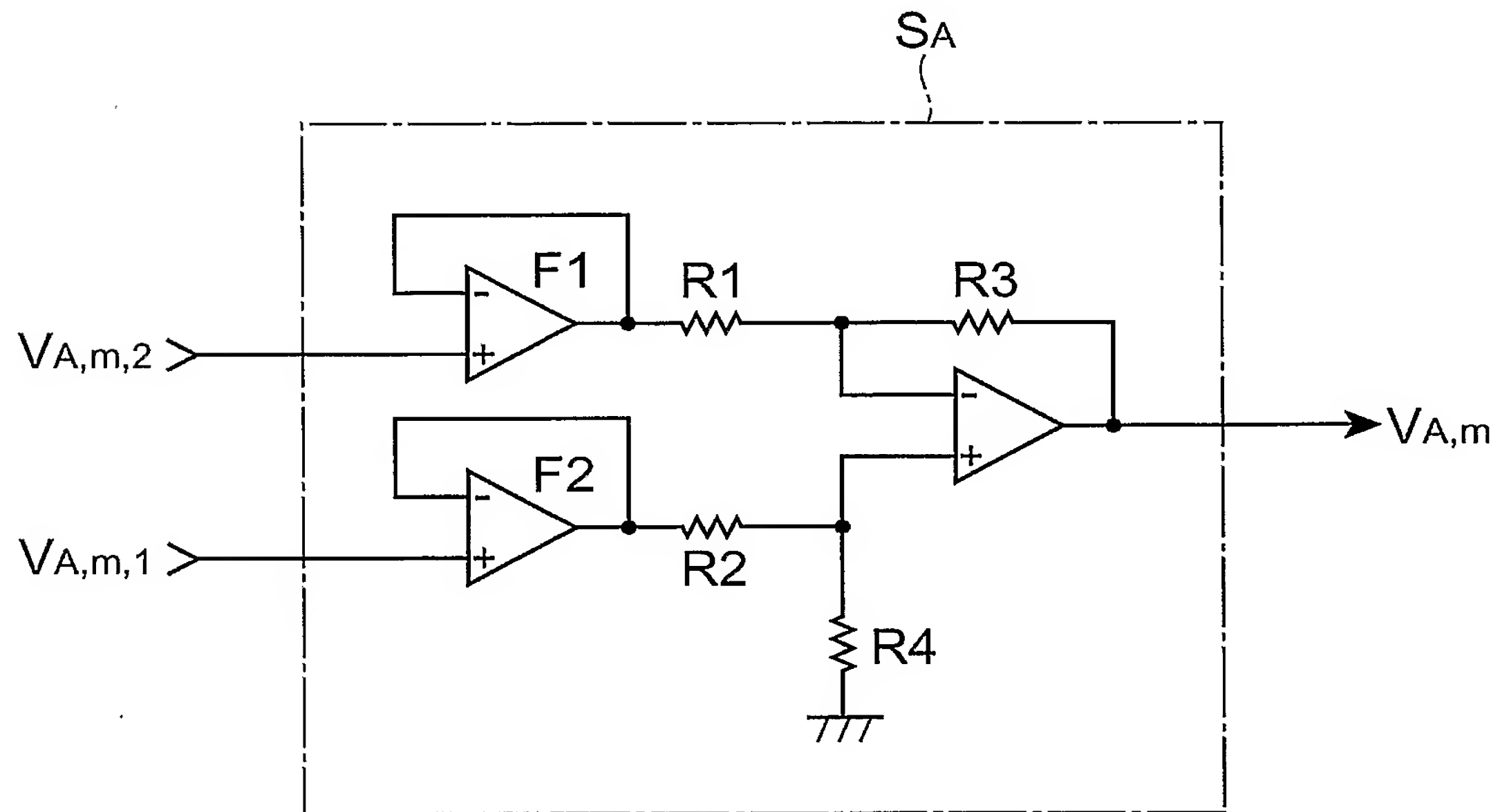
【図 6】



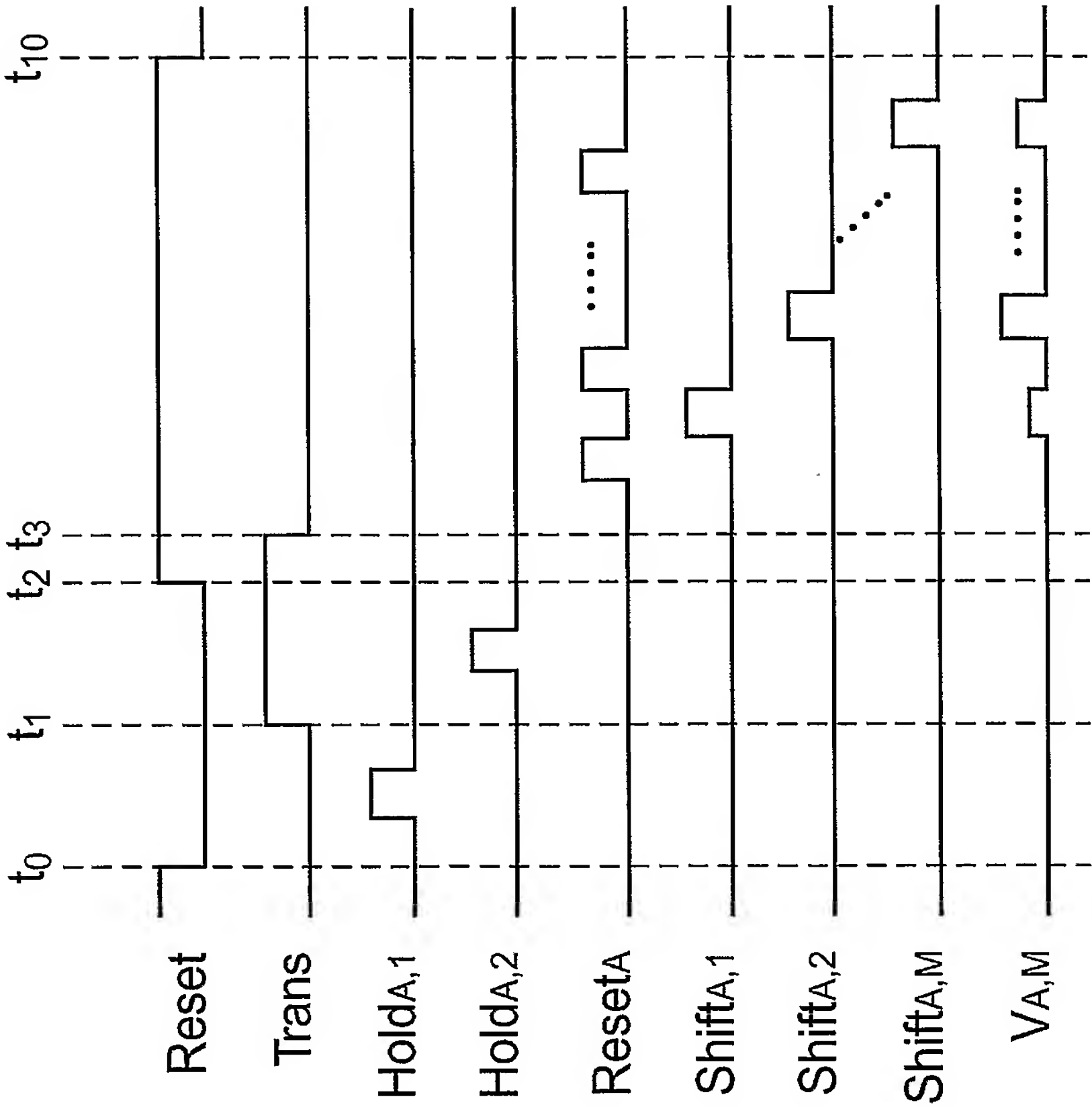
【図 7】



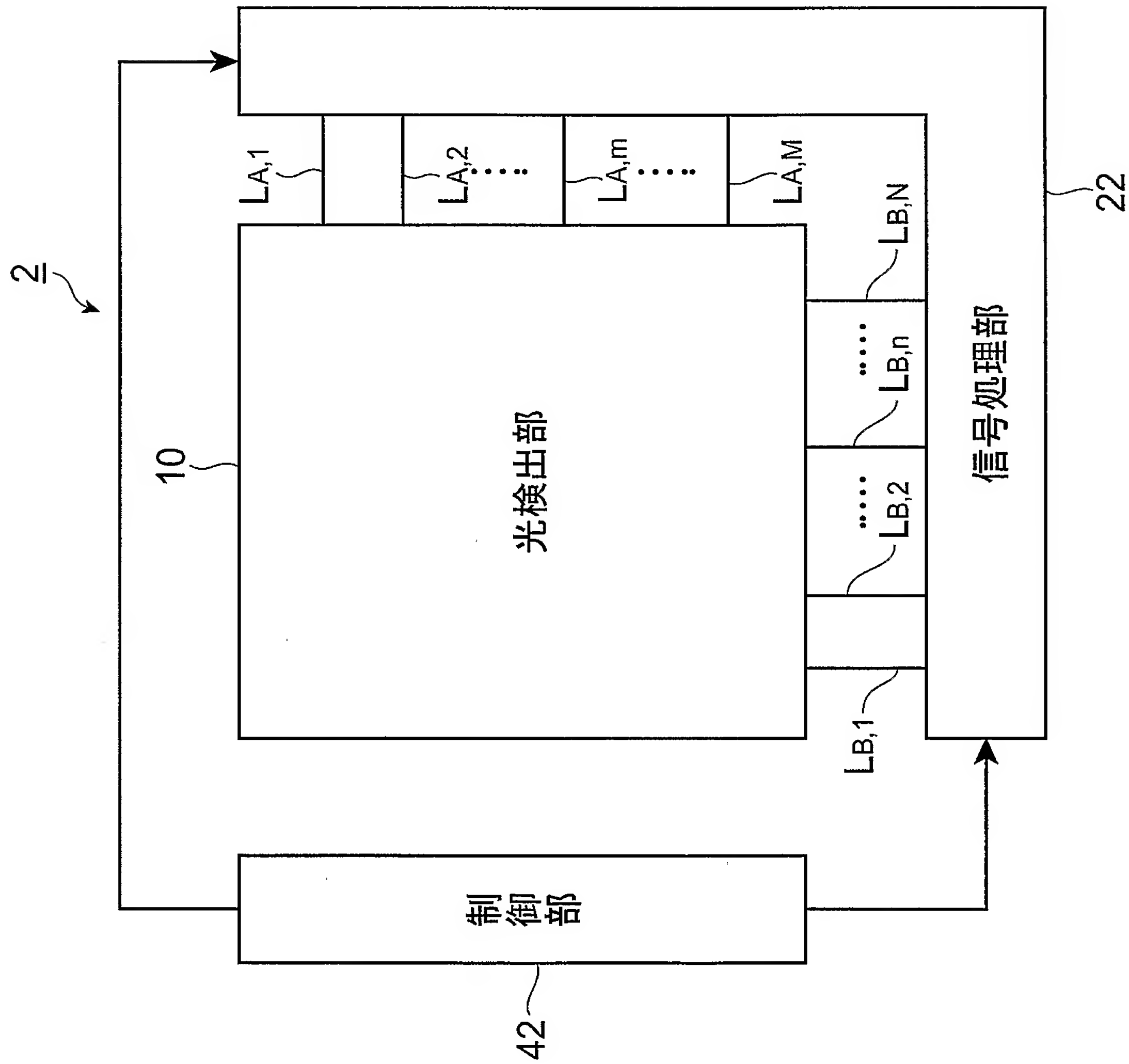
【図 8】



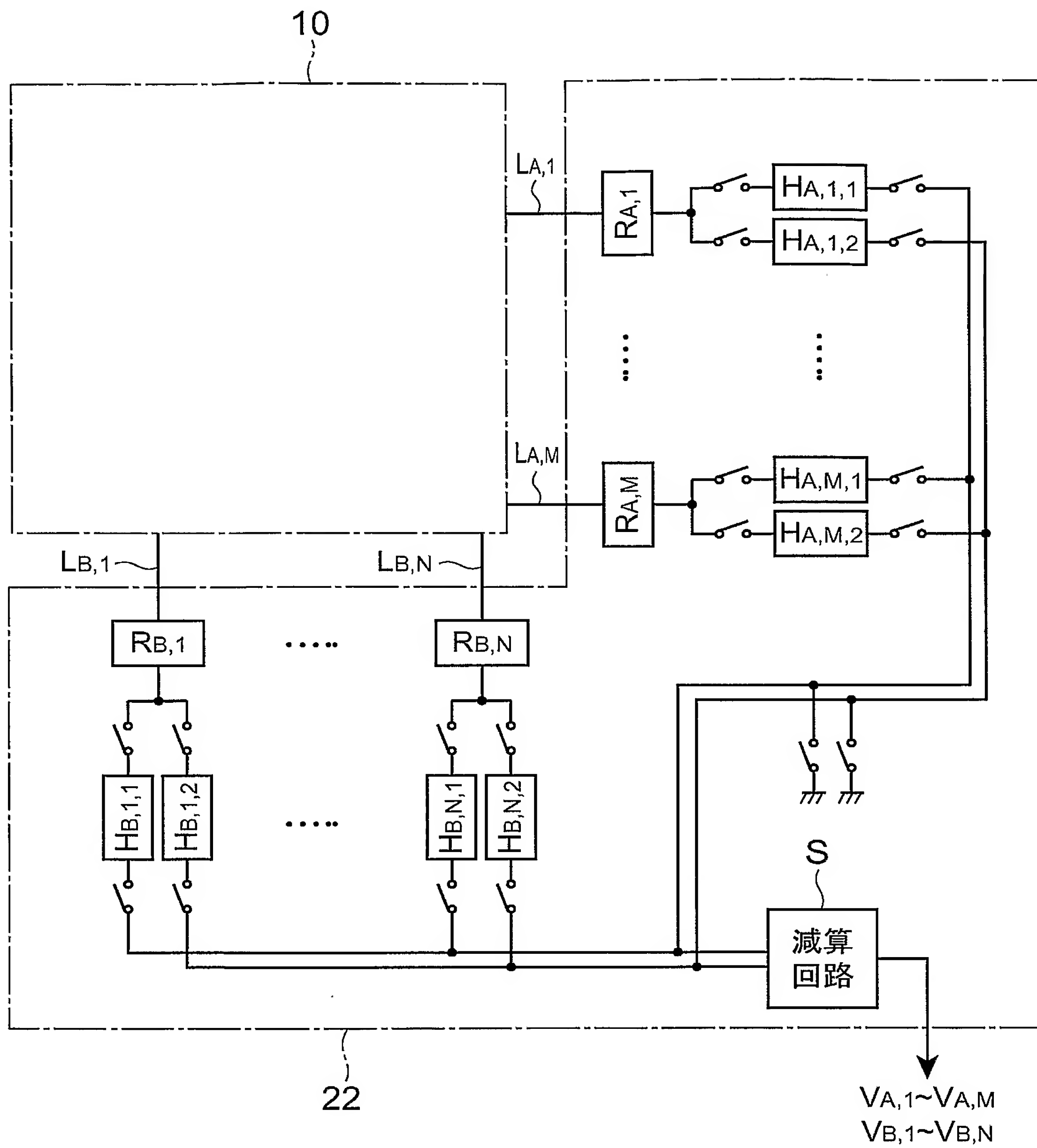
【図 9】



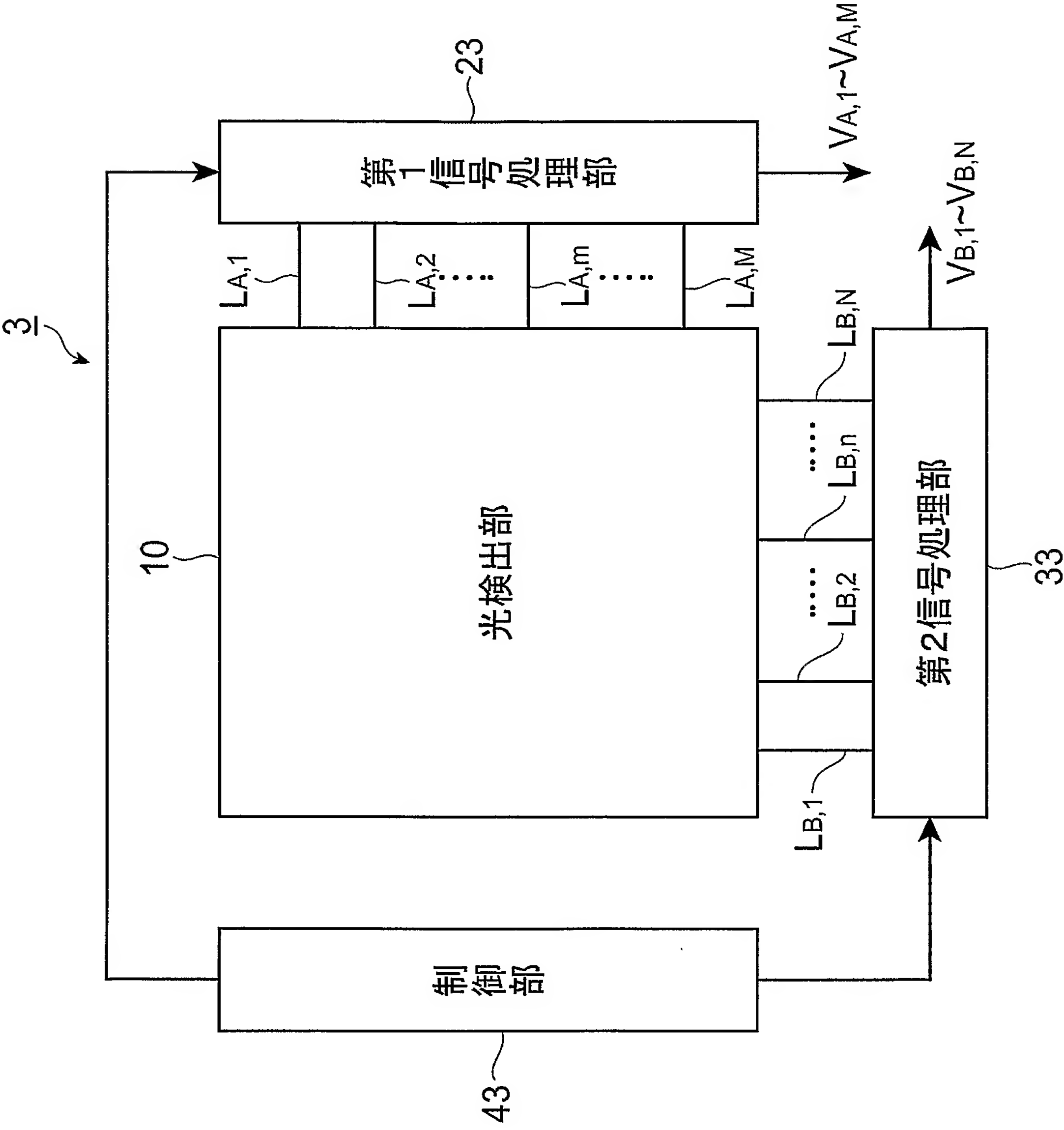
【図 10】



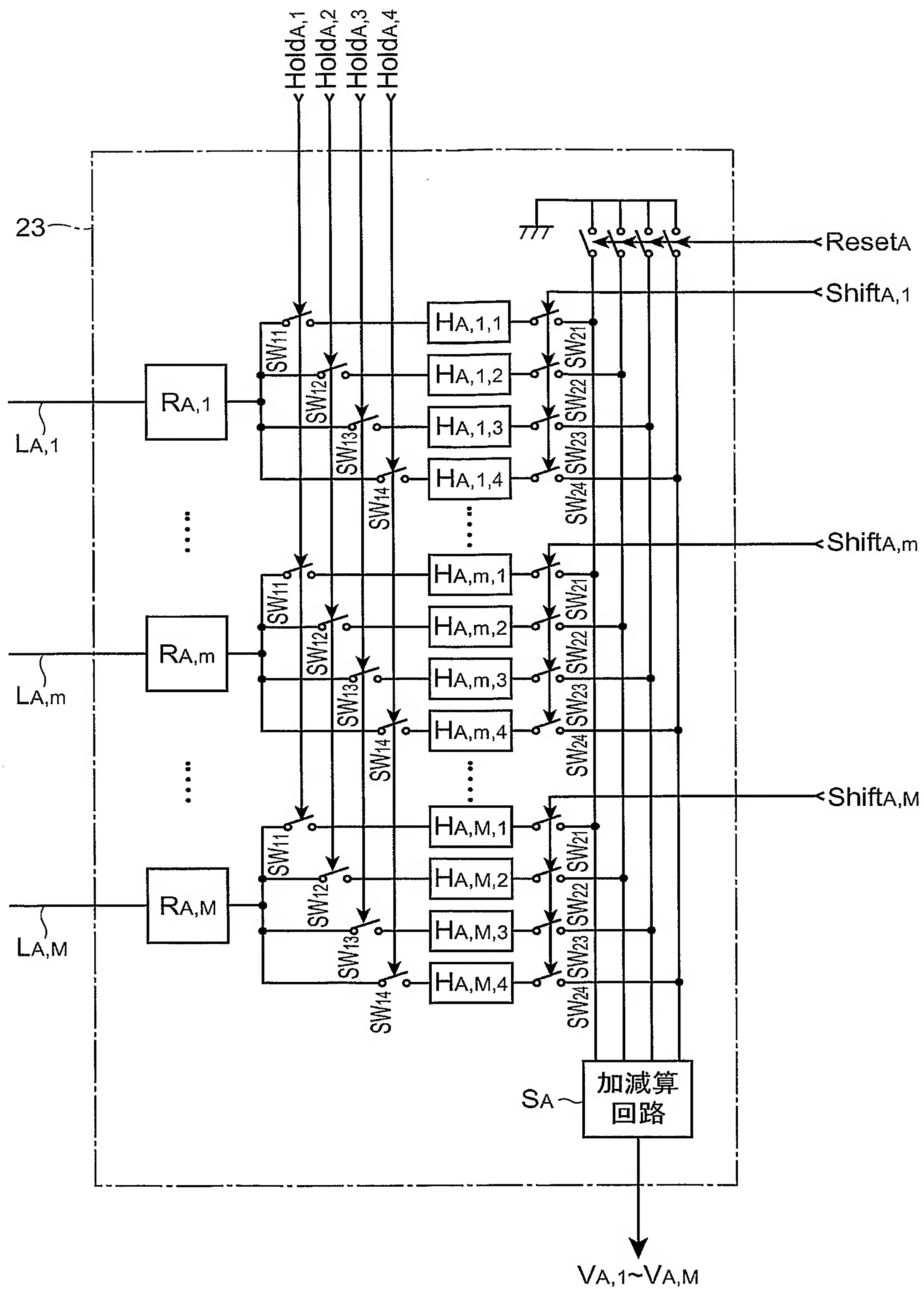
【図 11】



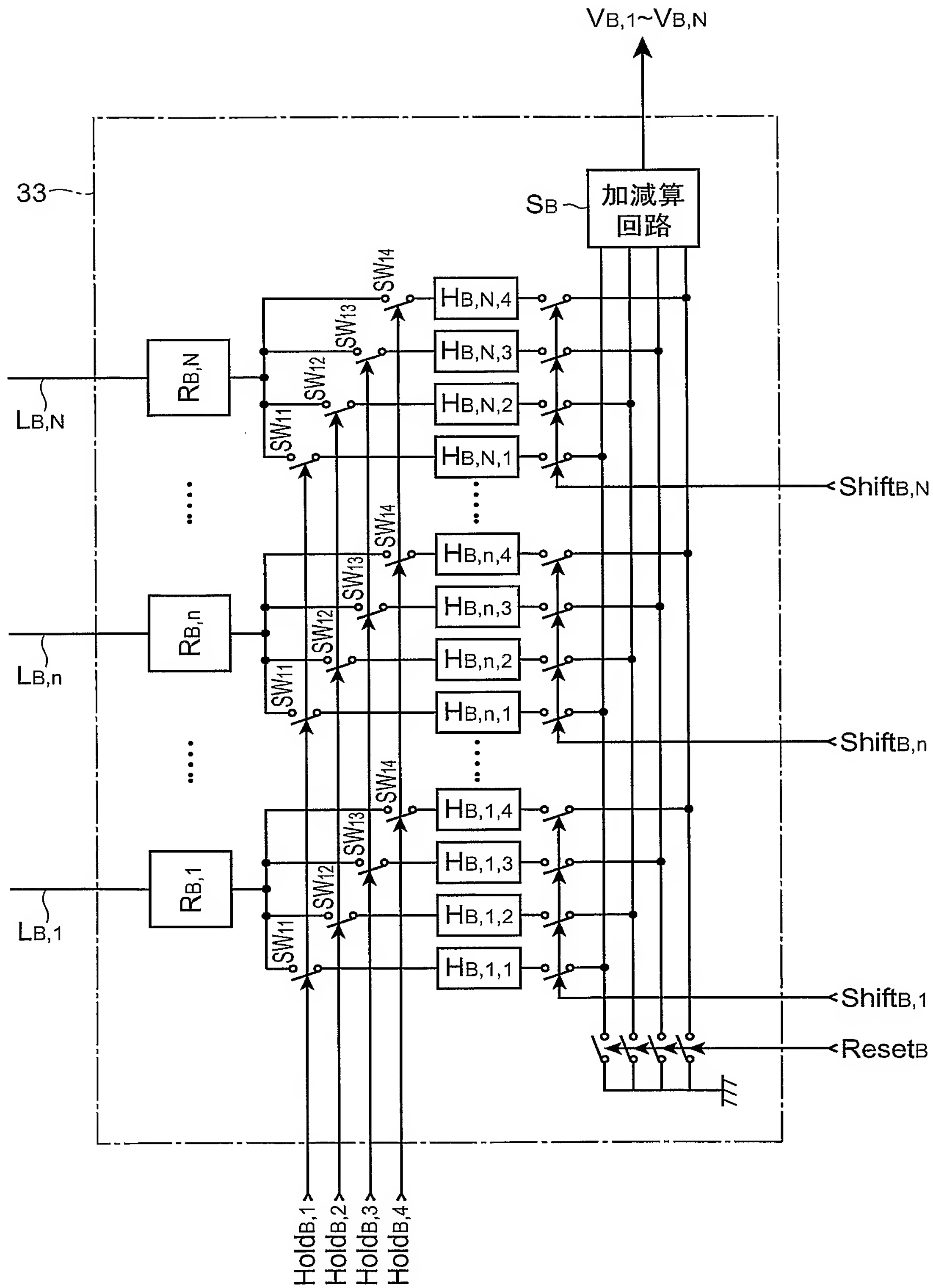
【図 1 2】



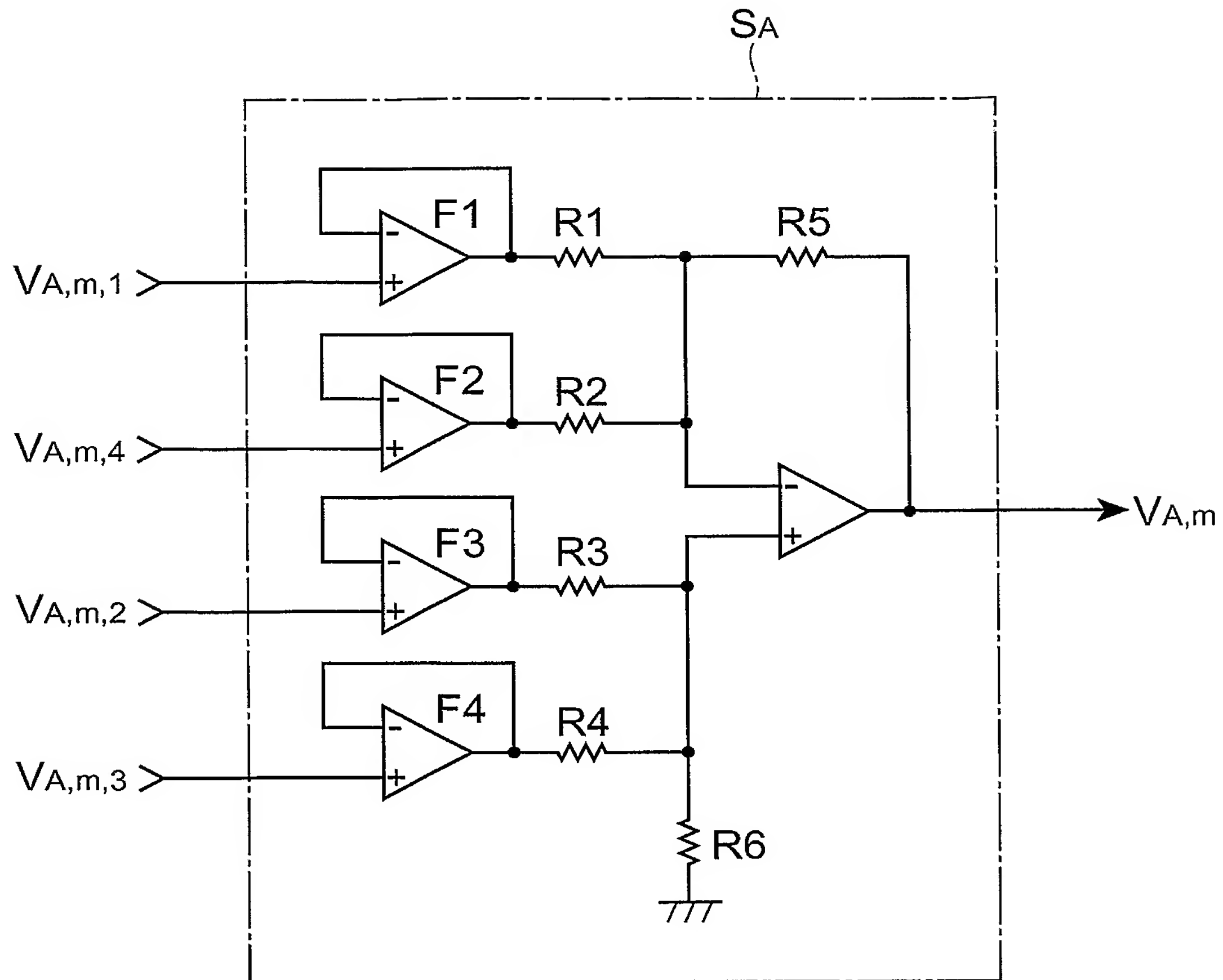
【図 13】



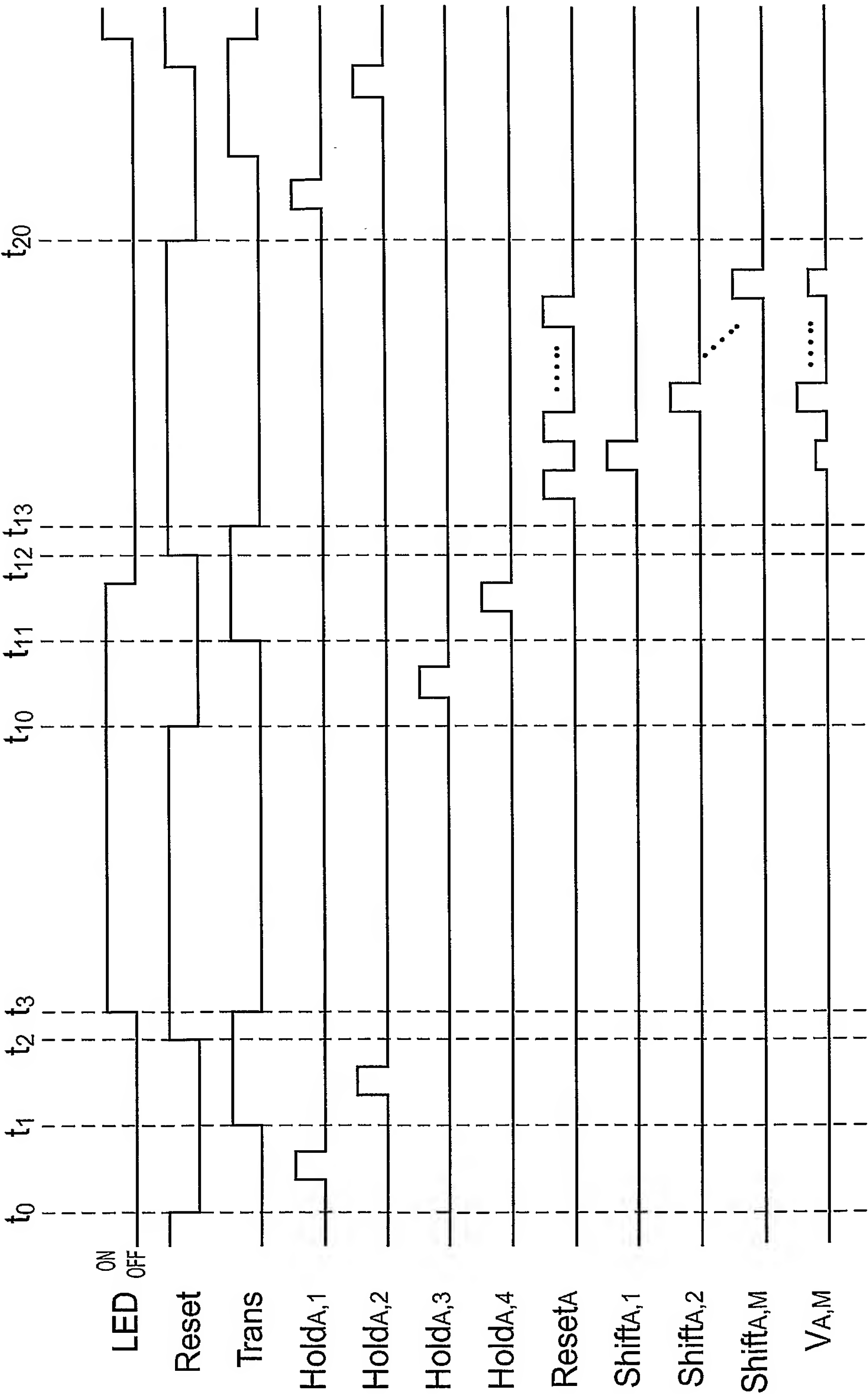
【図 1 4】



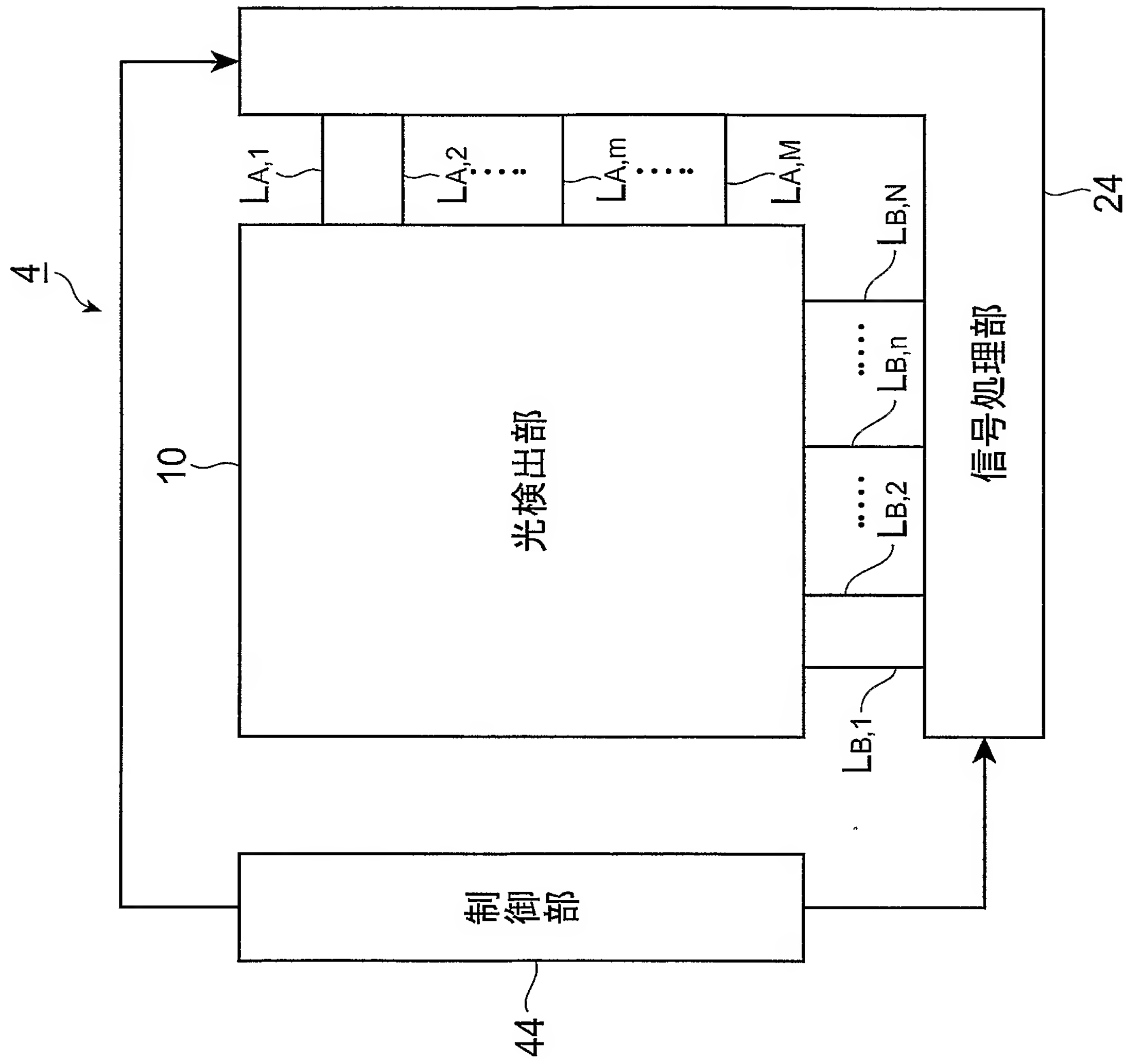
【図 1 5】



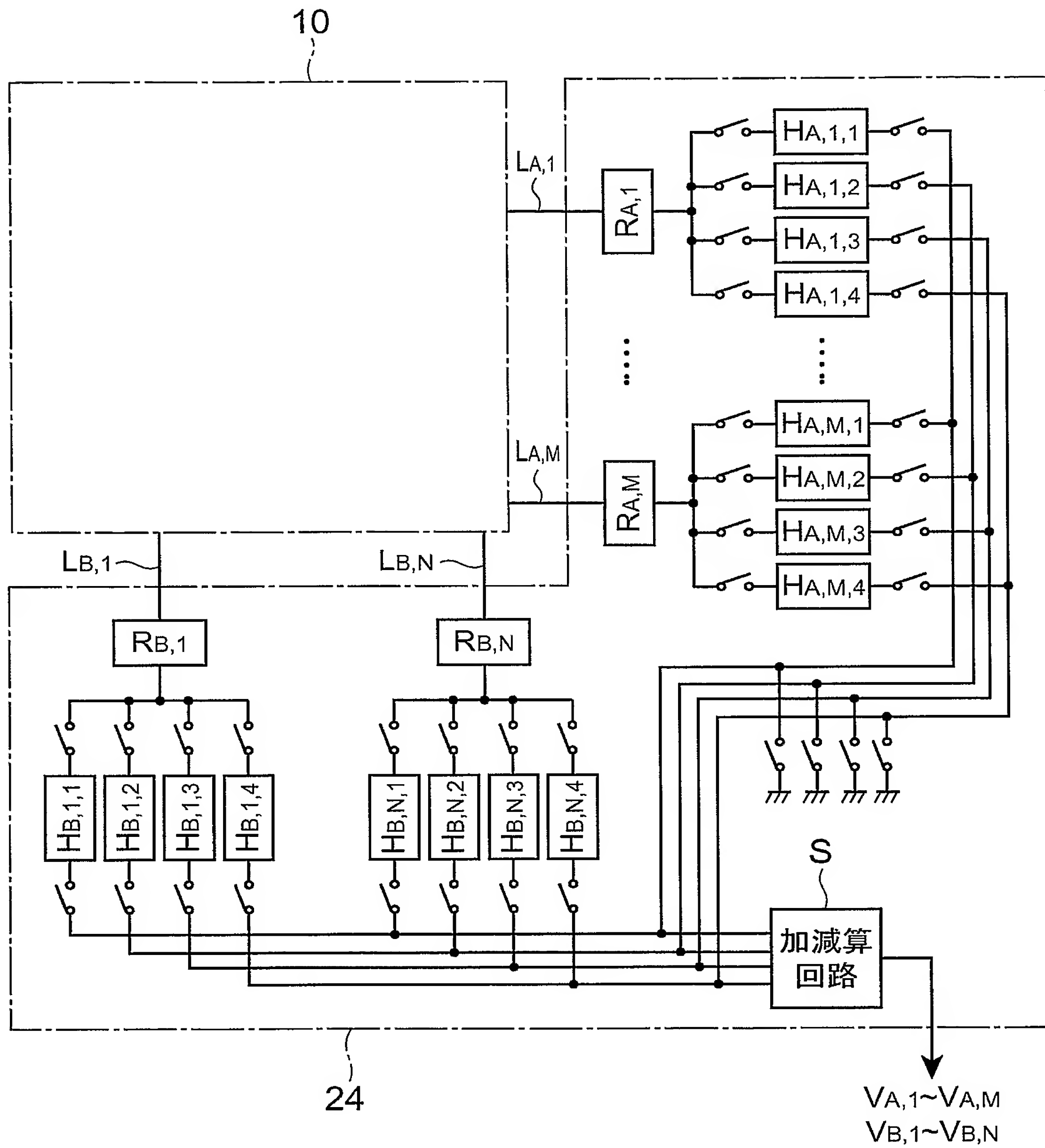
【図 1 6】



【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 入射光強度分布が時間的に変化する場合であっても同一タイミングで入射光強度分布を得ることができる光検出装置を提供する。

【解決手段】 光検出装置の第 1 信号処理部 2 1 は、読出回路 $R_{A,1} \sim R_{A,M}$ 、保持回路 $H_{A,1,1} \sim H_{A,M,1}$ 、保持回路 $H_{A,1,2} \sim H_{A,M,2}$ および減算回路 S_A を含む。読出回路 $R_{A,m}$ は、配線 $L_{A,m}$ と接続されていて、配線 $L_{A,m}$ を経て転送される電荷を保持し、その保持した電荷の量に応じた電圧値を出力する。配線 $L_{A,m}$ は、M 行 N 列に 2 次元配列されたフォトダイオードのうち第 m 行にある N 個のフォトダイオードを電氣的に接続する。保持回路 $H_{A,m,1}$ は、入力端がスイッチ $SW_{1,1}$ を介して読出回路 $R_{A,m}$ の出力端と接続されており、スイッチ $SW_{1,1}$ が閉じているときに読出回路 $R_{A,m}$ から出力される電圧値を保持し、その保持した電圧値を出力する。

【選択図】 図 4

特願 2 0 0 4 - 0 2 5 8 7 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 2 3 6 4 3 6]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 1 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1
氏 名	浜松ホトニクス株式会社